

Adaptive Lernunterstützung im integrativen Mathematikunterricht: eine Videostudie

Abhandlung
zur Erlangung der Doktorwürde
der philosophischen Fakultät
der Universität Zürich

Vorgelegt von
Mirjam Pfister

Angenommen im Herbstsemester 2015
auf Antrag der Promotionskommission:
Prof. Dr. Elisabeth Moser Opitz (hauptverantwortliche Betreuungsperson)
Prof. Dr. Christine Pauli

Zürich, 2016

The adaptation of teaching is primarily an attempt to meet the challenge of diversity (Corno & Snow, 1986, S. 606).

Ich danke allen, welche die Erstellung dieser Dissertation in irgendeiner Weise unterstützt haben. Ein besonderes Dankeschön gilt den Lehrpersonen und deren Schülerinnen und Schülern, die an der Videostudie teilgenommen haben.

Adaptive Lernunterstützung gilt als wichtiger Faktor für einen angemessenen Umgang mit Individualität und Heterogenität im Unterricht, insbesondere bezüglich Schülerinnen und Schülern mit besonderem Förderbedarf. Auf der Basis von Erkenntnissen zum mathematischen Wissenserwerb bei Lernschwierigkeiten, zur Didaktik mit heterogenen Lerngruppen und zum adaptiven Verhalten von Lehrpersonen wurde das Konzept *ALU – Adaptive Lernunterstützung* entwickelt. Dieses integriert mathematisch-inhaltliche und instruktional-interaktive Aspekte der Unterstützung. Empirisch untersucht wurde diese adaptive Lernunterstützung bisher vorwiegend in individuellen Lernsituationen. Die hier vorliegende Studie befasst sich im Gegensatz dazu mit Klassenunterricht. Dabei wurde das adaptive Unterstützungsverhalten von Lehrpersonen im integrativen Mathematikunterricht anhand von videografierten Schulstunden analysiert. Die Lehrpersonen setzten ein spezifisches Förderprogramm mit Hinweisen zur adaptiven Lernunterstützung ein. Die Ergebnisse zeigen, dass die adaptive Lernunterstützung je nach Adaptivitätsdimension unterschiedlich ausgeprägt ist. 70–80% der Lehrpersonen konnten die Hinweise zum *produktiven Einsatz von Arbeitsmitteln* und zur kohärenten *Zielgerichtetheit* gut umsetzen. Bezüglich *kognitiver Aktivierung* der Schülerinnen und Schüler und *Umgang mit Fehlern* zeigten 60% der Lehrpersonen eine hohe Adaptivitätsausprägung. Am wenigsten gut konnten die Hinweise zur Diskursanregung umgesetzt werden (50%).

Adaptive teaching ranks as an important factor for the adequate handling of individuality and heterogeneity in classrooms, especially with regard to students with special educational needs (SEN). The *concept of adaptive learning support* has been developed on findings on the mathematical knowledge acquisition, on the didactics of teaching heterogeneous classrooms and on teachers' adaptive support strategies. It integrates mathematical content and interactional instruction aspects. To date, adaptive teaching has been empirically investigated mainly in individual learning situations. In the current study the teachers' adaptive support has been investigated primarily in whole-class teaching by means of videotaped mathematics lessons. The teachers used a specific remedial programme with instructions on adaptive learning support. The results show that the adaptive learning support differ according to the dimensions of adaptivity. 70–80% of the teachers reached a high level of adaptivity in *using manipulatives* and *target orientation*, 60% in *cognitive activation* and *handling errors productively*. The least successful dimension was *stimulating discourse* (50% high level).

Inhalt

1	Einleitung.....	7
1.1	Fragestellung.....	9
1.2	Vorgehen und Gliederung.....	10
2	Integrative Praxis.....	11
2.1	Integration und Inklusion.....	11
2.2	Differenzierung.....	12
2.3	Zusammenarbeit von Lehrpersonen und IF-Lehrpersonen.....	14
3	Guter Unterricht für rechenschwache Schülerinnen und Schüler.....	16
3.1	Rechenschwäche – ein „umstrittenes“ Konzept.....	17
3.1.1	Definitionen und Erklärungsansätze.....	17
3.1.2	Prävalenz.....	19
3.2	Mathematischer Basisstoff – spezifische Schwierigkeiten.....	20
3.2.1	Zählen.....	21
3.2.2	Dezimales Stellenwertsystem.....	22
3.2.3	Operationsverständnis.....	24
3.2.4	Umgang mit Sachaufgaben.....	25
3.2.5	Zusammenfassung: Spezifische Schwierigkeiten im Basisstoff.....	26
3.3	Inhaltliche und instruktionale Aspekte der Förderung von Schülerinnen und Schülern mit Rechenschwierigkeiten.....	27
3.3.1	Mathematisch-inhaltliche Förderkomponenten.....	28
3.3.2	Instruktionale Förderkomponenten.....	33
4	Adaptivität als Qualitätsmerkmal von Unterricht und Förderung.....	39
4.1	Adaptivität im Angebots-Nutzungs-Modell.....	39
4.2	Optimale Passung als Lehrerkompetenz.....	41
4.3	Vygotskys Konzept der Zone der nächsten Entwicklung und soziokulturelle Theorie des Lernens.....	43
4.4	Scaffolding – unterstützte Performanz.....	45
4.4.1	Scaffoldingkonzeptionen.....	48
4.4.2	Classroom Scaffolding.....	58
4.5	Diskurs-orientiertes Lehren und Lernen.....	63
4.6	Effektivität von adaptiver Unterstützung und Scaffolding.....	74
5	ALU – ein Konzept der adaptiven Lernunterstützung.....	78

5.1	Adaptivität als kognitive Aktivierung.....	81
5.2	Adaptivität als Diskursanregung	83
5.3	Adaptivität als kohärente Zielgerichtetheit	85
5.4	Adaptivität als produktiver Einsatz von Arbeitsmitteln.....	87
5.5	Adaptivität als produktiver Umgang mit Fehlern	89
5.6	Adaptivität als Differenzierung.....	90
5.7	Zusammenfassung Adaptivitätsdimensionen.....	91
6	Förderung der adaptiven Lernunterstützung	94
7	PRiMa – ein Förderprogramm für den integrativen Mathematikunterricht	96
7.1	Ziele und Aufbau des Programms.....	96
7.1.1	Fördereinheiten mit Lektionsplänen	97
7.1.2	Übungskarteien	98
7.1.3	Übungen zum Mathematisieren	98
7.1.4	Vorstellungsübungen.....	98
7.1.5	Hinweise zur adaptiven Lernunterstützung.....	99
7.2	Beispiel eines Lektionsplans	102
8	Darstellung der Untersuchung.....	103
8.1	Forschungsfragen	103
8.2	Forschungsdesign	104
8.3	Stichprobe	105
8.4	Intervention	106
8.5	Videoanalyse.....	108
8.5.1	Begründung der Methode.....	108
8.5.2	Erhebung	111
8.5.3	Datenaufbereitung und Datenkorpus.....	113
8.5.4	Hoch-inferentes Ratingsystem – ein Instrument zur Beschreibung der Adaptivität der Unterstützung von mathematischen Lernprozessen.....	116
8.5.5	Auswertung der Daten.....	128
9	Ergebnisse.....	131
9.1	Ausprägung der adaptiven Lernunterstützung im integrativen Mathematikunterricht	131
9.2	Unterschiede der adaptiven Lernunterstützung zwischen Lehrpersonen und IF-Lehrpersonen.....	138
9.3	Adaptivitätsmuster	140
9.4	Instruktion der adaptiven Unterstützungskompetenz	146

9.5	Beispiele adaptiver Lernunterstützung.....	148
9.5.1	Fallbeispiel Lehrerin Monti – „Warum gab es dieses Problem?“	150
9.5.2	Fallbeispiel Lehrerin Giger – „Das ist jetzt etwas falsch“	159
9.5.3	Fallbeispiel IF-Lehrperson Keller – „Sag es präziser“	165
9.5.4	Zusammenfassende Gegenüberstellung	171
9.6	Beantwortung der Hauptfragestellung	173
10	Adaptive Lernunterstützung im inklusiven Mathematikunterricht – Diskussion.....	175
10.1	Zusammenfassung.....	175
10.2	Diskussion des Konzepts der adaptiven Lernunterstützung ALU	177
10.3	Diskussion der unterschiedlichen Ausprägungen der adaptiven Lernunterstützung.....	180
11	Grenzen der Studie	188
11.1	Globale Beobachtungsperspektive versus Episoden	188
11.2	Vergleichbarkeit.....	188
11.3	Adaptive Lernunterstützung und Leistungsentwicklung der Schülerinnen und Schüler	189
11.4	Videografierung einer Mathematiklektion.....	190
11.5	Qualität des Ratings	192
11.6	Untersuchung von komplexen Unterrichtssituationen	193
11.7	Kontrolle der Intervention.....	195
12	Konsequenzen.....	196
12.1	Förderung der adaptiven Lehrkompetenz	196
12.2	Forschungsdesign.....	199
13	Schlusswort.....	201
14	Literaturverzeichnis	203
15	Verzeichnis der Abbildungen und Tabellen	210
16	Anhang.....	212
16.1	Verlaufsprotokolle der Videolektionen der Fallstudien	212
16.2	Lebenslauf.....	216

1 Einleitung

Adaptivität gilt als ein zentraler Bedingungsfaktor schulischer Leistungen und als Voraussetzung für einen angemessenen Umgang mit Individualität und Heterogenität im schulischen Unterricht (Helmke & Weinert, 1997; Beck et al., 2008). Auch wenn der Begriff der *Adaptivität* in der Forschung unterschiedlich verwendet wird (Beck et al., 2008, S. 28), kann Adaptivität grundsätzlich als die optimale Passung der Lehrerhandlungen an die aktuellen individuellen, sozialen und kognitiven Voraussetzungen der Lernenden verstanden werden (Leiss, 2010, S. 203).

Durch die Umsetzung der integrativ ausgerichteten Regelschule in der Schweiz in allen Kantonen des Sonderpädagogik-Konkordats seit 2011 (EDK) werden Schülerinnen und Schüler mit besonderem Förderbedarf innerhalb der regulären Klasse geschult. Dadurch vergrössern sich die Unterschiede innerhalb der Klassen. Heterogene Lerngruppen bilden deshalb die Ausgangslage für die schulische Bildung. Dies hat Konsequenzen auf gesamtschulischer und unterrichtlicher Ebene. Der wirksame gemeinsame Unterricht unter Einbezug der unterschiedlichen Voraussetzungen und Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler stellt hohe Anforderungen an die Lehrpersonen. Sie müssen den Unterschieden durch Differenzierung des Unterrichts und individuelle Unterstützungsmassnahmen begegnen.

Das Fach Mathematik hat einen zentralen Stellenwert in der Schule und deshalb auch einen hohen Stundenanteil am Unterricht der Volksschule. Dieser Stellenwert zeigt sich auch in der grossen Regelmässigkeit von Neukonzeptionierungen und -gestaltungen von Mathematiklehrmitteln der Schulbuchverlage. Im Bereich der Mathematik zeigt sich die Heterogenität deutlich: Schweizer Lernende zeigen im internationalen Vergleich gute mathematische Leistungen, dennoch gibt es eine beträchtliche Anzahl von Schülerinnen und Schülern, die nur über mangelhafte Grundkenntnisse verfügen (Zahner Rossier et al., 2004). Diese Lernenden haben oft basale Kompetenzen der Grundschulmathematik nur unzureichend erworben, und ihre mathematische Kompetenz gegen Ende der Schulzeit entspricht kaum dem Primarschulniveau. Die Rechenkompetenz ist eine bedeutsame lebenspraktische Kompetenz (Wember, 2003; Lorenz & Radatz, 1993). Die Mathematikleistung ist für den Schulerfolg insgesamt entscheidend und letztlich für den Erfolg im Erwachsenenleben (Landerl & Kaufmann, 2013; Montague, 2011; Wember, 2003; Lorenz & Radatz, 1993). Es ist deshalb wichtig, Schüler und Schülerinnen mit Rechenschwächen zu erkennen und angemessen zu fördern. Gersten et al. (2009) fordern verstärkte Forschung im mathematischen Bereich für Schüler und Schülerinnen mit Lernbehinderungen: „We believe there is relevant empirical support for a research synthesis that focuses on mathematical interventions conducted for students with learning disabilities“.

Es wird qualitativ hochstehende Forschung hinsichtlich Schülerinnen und Schülern mit Rechenschwierigkeiten gefordert: „Unfortunately, the research base in mathematics and students with learning difficulties in mathematics is relatively sparse and often does not meet the criteria for high-quality research [...]“ (Montague, 2011, S. 305). Es stellt sich die Frage, wie eine angemessene Förderung beschaffen sein muss, damit alle Lernenden in der Klasse Lernfortschritte machen können und ein hinreichendes Standardniveau erreichen können.

Es kann heute von einem konstruktivistischen Lehr-Lern-Verständnis im Allgemeinen ausgegangen werden (Reusser, 2008; Scherer & Moser Opitz, 2010). In der neueren didaktischen und psychologischen Literatur besteht Einigkeit, dass fachliches Lernen mehr als die „Anhäufung einzelner Wissensspeicher“ darstellt (Kunter, 2005, S. 20), Lehren nicht einfach Übermittlung von Information von einem Individuum auf ein anderes ist (Hammond & Gibbons, 2005, S. 9). Wissen wird in der aktiven Auseinandersetzung mit dem Lerngegenstand erworben, Lernen ist ein aktiver konstruktiver Prozess des In-Beziehung-Setzens, indem die Lernenden auf der Basis ihrer Vorkenntnisse neues Wissen aufbauen, konsolidieren und automatisieren und es auch anwenden (Beck et al., 2008, S. 39). Die Qualität des Mathematikunterrichts rückt dabei ins Zentrum (Jordan, Glenn & McGhie-Richmond, 2010). Schwierigkeiten beim Mathematiklernen werden auch durch die Art und Weise, wie Mathematikunterricht gestaltet wird, mitbestimmt (Scherer & Moser Opitz, 2010, S. 16). Die schulische Leistung hängt nicht nur von Persönlichkeitsmerkmalen von Schülerinnen und Schülern bzw. von Lehrpersonen ab, sondern wird in einem systemischen Verständnis von Unterricht als Wirkung der Nutzung der Schülerin oder des Schülers eines Unterrichtsangebots der Lehrperson aufgefasst. Das Unterrichtsangebot bzw. das Unterrichtsverhalten der Lehrperson ist dabei zentral für die Nutzung und damit für den Lernerfolg (Helmke, 2009, S. 73). Empirische Erkenntnisse darüber, wie eine effektive mathematische Förderung optimal zu gestalten ist, verweisen auf die Wichtigkeit der Förderung des mathematischen Basisstoffs (Moser Opitz, 2013) sowie auf bestimmte Instruktionsmerkmale (Gersten et al., 2009). Das Qualitätsmerkmal *Adaptivität der Lernunterstützung* ist von besonderer Bedeutung. Insbesondere Schülerinnen und Schüler mit besonderem Förderbedarf sind für erfolgreiche Lernprozesse auf kompetente adaptiv unterstützende Lehrpersonen angewiesen.

Es besteht ein Bedarf an *evaluierten* Förderprogrammen für Schülerinnen und Schüler mit Rechenschwierigkeiten. Forschungsbedarf besteht insbesondere im Bereich von Klasseninterventionen, im Speziellen von frühen (präventiven) Programmen (Pedrotty Bryant, Bryant, Gersten et al., 2008). Die Erforschung von integrativem Unterricht ist noch nicht weit fortgeschritten

(Pfister, Stöckli, Moser Opitz & Pauli, 2015a). Die Umsetzung und Untersuchung von klassen-integrierten Fördermassnahmen sind von zentraler Bedeutung, insbesondere auch hinsichtlich der Aspekte Prävention von Lernschwierigkeiten und Entwicklung von integrativen Unterrichtskonzeptionen.

Im Forschungsprojekt *PRiMa – Produktives Rechnen im integrativen Mathematikunterricht*, einem vom Schweizerischen Nationalfonds SNF geförderten Forschungsprojekt der Universität Zürich (2011–2014) unter der Leitung von Prof. Dr. Elisabeth Moser Opitz und Prof. Dr. Christine Pauli, wurde untersucht, inwiefern schwache Rechnerinnen und Rechner im dritten Schuljahr im integrativen Unterricht gefördert werden können, sodass sie ihre Lücken im mathematischen Lernstoff aufarbeiten und insbesondere tragfähige mathematische Repräsentationen aufbauen können. In der Interventionsstudie wurde der Einsatz eines unterrichtsintegrierten Förderprogramms bezüglich der Entwicklung der Mathematikleistung (bei rechenschwachen Schülerinnen und Schülern) untersucht sowie die adaptive Umsetzung vonseiten der Lehrpersonen. Im Rahmen dieses dreijährigen Forschungsprojektes wurde eine Videostudie durchgeführt zur adaptiven Lernunterstützung der Lehrpersonen und IF-Lehrpersonen¹. Diese Videostudie bildet den Kern der vorliegenden Arbeit.

Die Evaluation dieses Förderprogramms leistet einen Beitrag zur Erforschung von Klasseninterventionen zur integrativen Förderung von Schülerinnen und Schülern mit Lernschwierigkeiten im Fach Mathematik, indem einerseits die Gestaltung von integrativem Unterricht durch ein Unterrichtsprogramm gefördert wird und andererseits dieser Unterricht empirisch untersucht wird. Die Ergebnisse dieser Studie können einen Beitrag leisten an die Lehreraus- und -fortbildung, um den Herausforderungen des integrativen verstehensorientierten Mathematikunterrichts zu begegnen.

1.1 Fragestellung

Im Umgang mit Individualität und Heterogenität im schulischen Unterricht wird Adaptivität als ein zentraler Bedingungsfaktor für schulische Leistungen angesehen. Adaptivität bedeutet, auf unterschiedliche Voraussetzungen mit einem angemessenen Unterrichtsangebot einzugehen. Gerade Schülerinnen und Schüler mit besonderem Förderbedarf sind für erfolgreiche Lernprozesse in besonderem Mass auf kompetente adaptiv unterstützende Lehrpersonen angewiesen. Adaptivität ist ein multidimensionales Konstrukt, das planerische und situative, mathematisch-

¹ Dieser Begriff wird für alle Förderlehrpersonen verwendet, die in die schulische Förderung von integriert beschulten Schülerinnen und Schülern involviert sind, unabhängig von einer spezifischen Ausbildung.

inhaltliche und interaktiv-instruktionale Aspekte einschliesst. Die Förderung dieser adaptiven Lernunterstützung ist für die Qualitätsentwicklung eines effektiven Unterrichts zentral.

Es soll hier der Mathematikunterricht in integrativen Klassen bezüglich des adaptiven Unterstützungsverhaltens der Lehrperson untersucht werden. Es interessiert die Qualität bzw. das Ausmass der adaptiven Förderstrategie, mathematische Verstehensprozesse zu initiieren und zu begleiten, die durch ein Förderprogramm mit Hinweisen für die Lehrperson zur adaptiven Lernunterstützung vermittelt werden. Wie setzen die Lehrpersonen das Förderprogramm mit den abgegebenen Materialien und insbesondere die damit verbundenen Hinweise zur adaptiven Lernunterstützung ein? Die übergeordnete Forschungsfrage lautet: Inwiefern gelingt es Lehrpersonen in der Primarschule, Hinweise zur adaptiven Lernunterstützung der Schülerinnen und Schüler umzusetzen, und zwar sowohl im Ganzklassenunterricht als auch während der selbstständigen Schülerarbeit – insbesondere mit Blick auf die rechenschwachen Schülerinnen und Schüler?

1.2 Vorgehen und Gliederung

Im ersten Teil werden die theoretischen Grundlagen der Videostudie dargestellt. Es werden Aspekte der integrativen Praxis dargelegt, welche die grosse Klammer rund um die Studie bildet (Kapitel 2). Darauf folgt der Bereich des Mathematiklernens. Es werden spezifische Mathematikerwerbsschwierigkeiten thematisiert sowie Aspekte der effektiven Förderung (Kapitel 3). Adaptivität als Qualitätsmerkmal von Unterricht und Förderung mit dem Fokus auf Scaffolding und diskurs-intensiven Unterricht wird in Kapitel 4 dargelegt. Auf dieser Basis wird das *Konzept der adaptiven Lernunterstützung ALU* eingeführt (Kapitel 5) und grundsätzliche Fragen zur Förderung der adaptiven Lernunterstützung thematisiert (Kapitel 6). Auf dieser Grundlage wird ein Förderprogramm für die Unterrichtspraxis vorgestellt (Kapitel 7).

Im methodischen Teil wird die Videostudie zur Analyse des adaptiven Unterstützungsverhaltens im integrativen Mathematikunterricht dargestellt, insbesondere das hoch-inferente Rating-system zur Analyse der videografierten Mathematiklektionen (Kapitel 8).

Im dritten Teil werden die Ergebnisse der Videoanalyse dargestellt und diskutiert (Kapitel 9 und 10). Es wird gezeigt, inwiefern die teilnehmenden Lehrpersonen das adaptive Förderprogramm erfolgreich umgesetzt haben und inwiefern sich die Mathematiklektionen bezüglich der Adaptivität der Lernunterstützung unterscheiden. Dies soll durch Beispiele aus dem Videomaterial illustriert werden. Grenzen und Konsequenzen der Videostudie bilden den Abschluss (Kapitel 11 und 12).

2 Integrative Praxis

Der Umgang mit Heterogenität ist eine der grossen Herausforderungen in der Schule und im Mathematikunterricht im Speziellen. Grundsätzlich kann nie von homogenen Klassen ausgegangen werden, aber im Zuge der weltweiten Bestrebungen für eine grundsätzlich integrative Beschulung aller Kinder und Jugendlichen mit Behinderungen (vgl. Weltkonferenz „Pädagogik für besondere Bedürfnisse: Zugang und Qualität“, UNESCO-Erklärung von Salamanca 1994 (UNESCO, 1994)) haben die (bildungs-)politischen Gremien verschiedener Länder Gesetze erlassen – als Grundlage für integrative Massnahmen bzw. die integrative Organisation der jeweiligen Schulsysteme. Regelschulen mit integrativer Ausrichtung werden als das beste Mittel angesehen, um Diskriminierung zu bekämpfen und eine integrierende Gesellschaft aufzubauen. Das Behindertengleichstellungsgesetz (BehiG) (Bundesgesetz, 2006) schreibt vor, dass behinderte Kinder und Jugendliche eine ihren besonderen Bedürfnissen angepasste Schulbildung erhalten und ihre Integration durch integrative Schulungsformen gefördert werden soll. In der Schweiz werden deshalb Schüler und Schülerinnen mit besonderen sonderpädagogischen Bedürfnissen wie Lernbehinderungen oder Lernschwierigkeiten aufgrund der gesetzlichen Vorgaben meist in Regelklassen geschult. Dies führt dazu, dass heterogene Lerngruppen noch verstärkt den Normalfall im Schulalltag darstellen. Dies hat Konsequenzen für die (sonder-)pädagogische Praxis. Differenzierender Unterricht und der Einbezug von heilpädagogischer Unterstützung sind zentrale Merkmale von integrativer Praxis im Umgang mit Heterogenität.

Es soll hier eine Klärung zur Verwendung des Begriffs *Integration* in dieser Arbeit vorangestellt werden.

2.1 Integration und Inklusion

In der wissenschaftlichen und bildungspolitischen Literatur werden die Begriffe *Inklusion* und *Integration* synonym oder diskrepant verwendet. Es soll hier kurz auf diese Begriffe eingegangen werden. Das Prinzip der Integration wurde auf dem Hintergrund entwickelt, dass „die Betreuung und Bildung von Menschen mit Behinderungen in speziellen Einrichtungen, die ursprünglich eine bedürfnisorientierte Förderung zum Ziel hatte, in der Praxis zu Ausgrenzung führt“ (Leidner, 2012, S. 61). Integration fordert als gesellschaftliches Leitziel, dass alle Menschen in allen Bereichen des Lebens zusammen sein können und damit auch in gemeinsamen Bildungseinrichtungen unterrichtet werden (Leidner, 2012). Dies hat Auswirkungen auf die pädagogische Praxis im Umgang mit unterschiedlichen Förderbedarfen.

Das Prinzip Inklusion kann als Antwort verstanden werden auf die Kritik, dass sich trotz Integration die Bedingungen innerhalb der pädagogischen Einrichtungen zu wenig verändert haben und dass das oft nur räumliche Zusammensein von Menschen mit und ohne Behinderung noch keine wirkliche Integration sei (Leidner, 2012). Jedoch werden auch für den Begriff *Inklusion* verschiedene Interpretationen verwendet, die von „Inklusion als verbesserte Integration“ mit dem Fokus auf die stärkere Einbindung in das Gruppengeschehen über „Inklusion als Rechtsanspruch auf gemeinsame Betreuung“ und „Inklusion als Pädagogik der Vielfalt“ mit dem Fokus auf die Normalität von Unterschieden bis hin zur „Inklusion als Teil eines umfassenden Strebens nach Abschaffung jeglicher Segregation“ mit dem Fokus auf den Verzicht auf ausgrenzende Bezeichnungen und Praktiken (ebd., S. 63ff.).

Da in der Schweiz mehrheitlich der Begriff *Integration* angewandt wird, wird er auch in dieser Arbeit verwendet, insbesondere auch, um ein Verständnis erkennen zu lassen, dass Integration ein Schritt auf dem Weg zu einer inklusiven, nicht ausgrenzenden Gesellschaft ist. Im integrativen Mathematikunterricht, der Gegenstand dieser Studie ist, werden Schülerinnen und Schüler mit geringen, grossen oder keinen Schwierigkeiten in diesem Bereich gemeinsam gefördert. Damit Integration gelingen kann, muss die Schule differenziert auf die besonderen Förderbedarfe reagieren.

2.2 Differenzierung

Für einen qualitativ hochstehenden integrativen Unterricht sind gezielte Förder- und Differenzierungsmassnahmen notwendig, um Schülerinnen und Schüler im gemeinsamen Unterricht auf ihrem Leistungsniveau optimal zu fördern (Stöckli, Moser Opitz, Pfister & Reusser, 2014). Integrativer Unterricht zielt unter der Prämisse „Bildung für alle“ nicht auf die Angleichung von Leistungsunterschieden ab, sondern darauf, „für Kinder und Jugendliche auf unterschiedlichen Lern- und Entwicklungsniveaus passende Unterrichtsangebote zu entwickeln“ (Moser Opitz, 2007, S. 15), variable Lernwege zu initiieren, die „eine grössere Vielfalt von Lernchancen und -möglichkeiten sowohl unter dem Gesichtspunkt der Leistung als auch unter dem Gesichtspunkt der Interessenentwicklung“ bieten (Bönsch, 2009, S. 41).

Wenn man von heterogenen Lerngruppen als „Normalfall“ ausgeht, so ist die Lehrperson mit den unterschiedlichsten Voraussetzungen, Lernständen und Förderbedarfen konfrontiert. Sie soll Schülerinnen und Schüler mit besonderem Förderbedarf oder mit besonderen Stärken individuell fördern und den Unterricht für alle optimal gestalten. Differenzieren bedeutet, diesen Unterschieden in der Gestaltung des Unterrichts Rechnung zu tragen:

Unter Differenzierung wird einmal das variierende Vorgehen in der Darbietung und Bearbeitung von Lerninhalten verstanden, zum anderen die Einteilung bzw. Zugehörigkeit von Lernenden zu Lerngruppen nach bestimmten Kriterien. Es geht um die Einlösung des Anspruchs, jedem Lernenden auf optimale Weise Lernchancen zu bieten, dabei die Ansprüche und Standards in fachlicher, institutioneller und gesellschaftlicher Hinsicht zu sichern und gleichzeitig lernorientiert aufzubereiten (Bönsch, 2009, S. 14).

Differenzierung stellt ein „Massnahmen-Bündel“ dar für die Organisation von Lernprozessen, das „Lernen in fachlicher, organisatorischer, institutioneller wie individueller und sozialer Hinsicht zu optimieren“ (Bönsch, 2009, S. 14). Auf der Unterrichtsebene bezieht sich die sogenannte innere oder Binnendifferenzierung auf die soziale, methodische, mediale und die thematische Ebene (ebd. S. 19): Differenzierung in Form von zeitweise unterschiedlichen Untergruppen, methodischen Varianten, unterschiedlichen medialen Hilfen und bezüglich des stofflichen Umfangs und Anwendung. Binnendifferenzierung ist somit eine gruppeninterne Differenzierung, die keine Dauerlösung darstellt, sondern situations- und lernzielgebunden ist (ebd., S. 31). Es besteht die Herausforderung, trotz Individualisierung auch gemeinsame Lernanlässe zu pflegen und diese wiederum so zu gestalten, dass sie für alle einen Lerneffekt auf individuellem Niveau haben.

Wochenpläne, Werkstattunterricht und Stationenlernen mit unterschiedlichen Arbeitsblättern sind verbreitete Formen der Differenzierung, die sehr aufwendig und anspruchsvoll sind, sodass verständlicherweise gerne auf vorgefertigte Pläne oder Kopiervorlagen zurückgegriffen wird (Stöckli et al., 2014). Es wird von verschiedener Seite kritisiert, dass diese dem individuellen Förderbedarf kaum Rechnung tragen (ebd.). Diese „nivellierten“ Arbeitsblätter reduzieren (oder erweitern) oft nur den Schwierigkeitsgrad bezüglich Zahlraum und geben Bearbeitungsschritte vor, ohne dass dabei das Verstehen des Gegenstandes im Fokus steht. Sie ignorieren auch den Umstand, dass es nicht *die* einfache oder schwierige Aufgabe gibt, sondern dass die Schwierigkeit individuell, inhaltlich und sogar situativ variiert (Krauthausen & Scherer, 2007). Eine weitere Kritik an dieser Form der Differenzierung zielt darauf ab, dass gemeinsame Erarbeitungs- und Reflexionsphasen durch intensive Planarbeit zu kurz kommen. Die Interaktion mit den anderen Schülerinnen und Schülern und der Lehrkraft ist jedoch für alle Schülerinnen und Schüler, insbesondere aber für diejenigen mit besonderem Förderbedarf, eine Bedingung für erfolgreiches Lernen (Montague, 2011). Es braucht auch in einem offenen Unterricht „kommunikative Klammern“ (Bönsch, 2009, S. 140f.): Pläne, Ideen entwickeln, Aufgabenbeispiele durchbesprechen, Zwischenstände austauschen, bilanzieren, Kooperations- und Bearbeitungsprobleme besprechen, Regeln verabreden, wichtige Vorgehensweisen oder Arbeitstechniken einführen und ausprobieren, Ergebnisse vorstellen, diskutieren. Ziel ist, eine Balance zwischen

gemeinsamen und individuellen Lernphasen herzustellen, insbesondere diese in enger Beziehung zueinander durchzuführen (Scherer & Moser Opitz, 2010).

Der Umgang mit dem grossen Leistungsspektrum und die damit verbundene Differenzierung im integrativen Unterricht werden von den Lehrpersonen als die grösste Herausforderung angesehen (Pool Maag & Moser Opitz, 2014). Diese Anforderungen an einen integrativen, differenzierten Unterricht sind nicht durch eine Lehrkraft allein zu erfüllen.

2.3 Zusammenarbeit von Lehrpersonen und IF-Lehrpersonen

Die integrative Schule beinhaltet das Setting der zusätzlichen Unterstützung durch heilpädagogische Lehrpersonen (Schulische Heilpädagoginnen, Integrative Förderlehrpersonen (IF), Teacher Assistants etc.). Diese „Heilpädagogische Schülerhilfe“ (Bless, 2007, S. 57f.) kann direkt oder indirekt den integrierten Schülerinnen und Schülern zugutekommen: in Form von Beratung und Unterstützung der Regellehrperson und/oder unmittelbarer Unterstützung des Kindes in ein- oder mehrmaligen wöchentlichen Sequenzen innerhalb und ausserhalb des Klassenzimmers individuell oder in Gruppen. Die individualisierende Hilfe im regulären Klassenunterricht erfordert nach Bless (2007) ein hohes Mass an Kooperationsbereitschaft, da sie auf unterrichtlicher Ebene innere Differenzierung (vgl. Kapitel 2.2) verlangt. Dabei werden Unterrichts- und Fördermassnahmen aufgrund von diagnostischen Beobachtungen im Unterricht abgeleitet, durchgeführt und überprüft, und die kooperierenden Lehrpersonen können auch abwechselnd und situativ verschiedene Rollen einnehmen (ebd.). Ein Merkmal des integrativen Regelunterrichts ist die grosse Variation der Form der Zusammenarbeit dieser Lehrpersonen, unter anderem in Abhängigkeit von den zur Verfügung stehenden Ressourcen für diese zusätzliche Unterstützung. Es muss davon ausgegangen werden, dass diese unterschiedlichen Rahmenbedingungen einen grossen Einfluss auf die Möglichkeiten und die Qualität der Betreuungsarbeit hat (ebd.). In einigen Klassen arbeiten die Lehrpersonen fast ausnahmslos im Teamteaching und gestalten den Unterricht gemeinsam, in anderen Klassen führt die Förderlehrkraft ausschliesslich Kleingruppenförderung ausserhalb des Schulzimmers durch (Pool Maag & Moser Opitz, 2014).

Die Kooperation zwischen Lehrperson und IF-Lehrperson wird von den Beteiligten selber als zentrale Bedingung für den Erfolg dieser zusätzlichen Unterstützung angesehen (Bless, 2007). Allerdings bestehen unterschiedliche Zielvorstellungen bezüglich dieser Unterstützung: Beispielsweise wird von Lehrpersonen die Heilpädagogische Schülerhilfe eher als Angebot für Kinder mit Teilleistungsstörungen angesehen, welche durch die Unterstützung den Anschluss

an die Klassen finden sollten, und weniger für Kinder mit Lernbehinderungen, die zuvor traditionellerweise in eine Sonderklasse überwiesen wurden (ebd.). Durch das Angebot der Heilpädagogischen Schülerhilfe werden auch Schülerinnen und Schüler mit leichteren Problemen an die IF-Lehrperson delegiert, deren Betreuung eigentlich in den Aufgabenbereich der Regellehrkraft gehört(e). Neben Erwartungen bezüglich Schulleistungen bzw. Erreichen der Klassenziele steht für einige IF-Lehrpersonen auch die soziale und emotionale Entwicklung im Vordergrund (ebd.).

Des Weiteren sind verschiedentlich Lehrkräfte mit einem Regelklassendiplom in dieser Funktion tätig, obwohl grundsätzlich eine speziell ausgebildete Schulische Heilpädagogin diese Funktion übernehmen sollte (z.B. Radford, Bosanquet, Webster & Blatchford 2015; Bless, 2007; Pool Maag & Moser Opitz, 2014; Pfister, Moser Opitz & Pauli, 2015b).

Es kann festgehalten werden, dass (in der Schweiz) keine einheitliche Praxis der Zusammenarbeit der Lehr- und Förderlehrpersonen in der heilpädagogischen Förderung besteht, sondern dass die Praxis von örtlichen und individuellen Faktoren abhängig ist. Auch in der Stichprobe der vorliegenden Studie unterscheiden sich die Formen der Zusammenarbeit. Kaum eine Klassensituation ist diesbezüglich mit einer anderen identisch (vgl. Kapitel 8.3).

3 Guter Unterricht für rechenschwache Schülerinnen und Schüler

Die Rechenkompetenz ist eine bedeutsame lebenspraktische Kompetenz, denn Zahlenkenntnisse sind nicht nur, aber auch für den Schulerfolg wichtig (Wember, 2003; Lorenz & Radatz, 1993). Die Mathematikleistung wird als entscheidend für den Schulerfolg insgesamt und letztlich für den Erfolg im Erwachsenenleben angesehen (Montague, 2011; Landerl & Kaufmann, 2013). In diesem Fach treten Lernschwierigkeiten besonders deutlich zutage. Schweizer Lernende zeigen zwar im internationalen Vergleich gute mathematische Leistungen, dennoch verfügen ca. 15% der 15-jährigen Jugendlichen nur über mangelhafte Grundkenntnisse (Zahner Rossier et al., 2004). Es ist deshalb wichtig, Schülerinnen und Schüler mit Rechenschwächen zu erkennen und angemessen zu fördern. Gerade weil die Rechenschwäche als eine die Persönlichkeitsentwicklung gefährdende Problematik angesehen wird, ist es wichtig, möglichst früh das Risikopotenzial festzustellen und eine entsprechende Förderung anzugehen.

Mathematik ist konsekutiv aufgebaut, der Erwerb neuen Wissens hängt vom bereits verfügbaren Wissen ab. Das bedeutet, dass bestimmte Lernprozesse vollzogen worden sein müssen, um einen nächsten (aufbauenden) Lernprozess machen zu können (Kretschmann, 2003). Jedes mathematische Konzept beinhaltet bestimmte Verstehenselemente, die zwingend verstanden werden müssen, um ein Weiterlernen zu ermöglichen (Drollinger-Vetter, 2011; Stern, 1998). Deshalb erweisen sich Schwierigkeiten in mathematischen Lernprozessen für den Schüler oder die Schülerin als besonders problematisch, da sie durch eine ungenügend erworbene mathematische Kompetenz dem weiteren Mathematikunterricht nicht mehr folgen und die Leistung nicht mehr erbringen können, was sich negativ auf die Lernmotivation in diesem Fach auswirkt. Für die Lehrperson stellen Lernschwierigkeiten von Schülerinnen und Schülern eine Herausforderung dar, da sie ihnen in ihrem weiteren Unterricht mit adäquaten Mitteln begegnen muss, um das Weiterlernen zu ermöglichen und zu unterstützen. Dies erfordert eine hohe Unterrichtskompetenz.

Es werden im Folgenden Grundlagen zur Rechenschwäche (Kapitel 3.1) dargestellt. Es wird aufgezeigt, welche spezifischen Schwierigkeiten Schülerinnen und Schüler beim Mathematik-erwerb haben (Kapitel 3.2). Bezüglich dieser Förderung von Schülerinnen und Schülern mit Rechenschwierigkeiten gibt es empirische Erkenntnisse darüber, wie eine effektive Förderung optimal zu gestalten ist (Kapitel 3.3).

3.1 Rechenschwäche – ein „umstrittenes“ Konzept

3.1.1 Definitionen und Erklärungsansätze

Für Rechenschwierigkeiten und ihre verschiedenen Erscheinungen existieren viele unterschiedliche Begriffe. Begriffe wie *Rechenschwäche*, *Dyskalkulie* oder *Rechenstörung* werden sowohl synonym als auch zur Beschreibung unterschiedlicher Phänomene bzw. Ausprägungen verwendet (Landerl & Kaufmann, 2013, S. 94). Aus (sonder-)pädagogischer Sicht sind die z.T. sehr unterschiedlichen Konzeptionen problematisch, da unterschiedliche Folgerungen in Bezug auf Inhalt und Art der Förderung gezogen werden, die den verstärkten Integrationsbemühungen z.T. nicht gerecht werden können. Insbesondere wird an einseitig person- und defizitorientierten Ansätzen Kritik geübt.

Es soll hier nur ein grober Überblick geboten werden (für eine ausführliche Diskussion zu Konzepten von Rechenschwäche vgl. z.B. Landerl & Kaufmann, 2013).

Umschriebene Rechenstörung nach ICD-10

Bei den umschriebenen Entwicklungsstörungen schulischer Fertigkeiten (WHO, 2013) handelt es sich um Störungen, bei denen die normalen Muster des Fertigkeitserwerbs von frühen Entwicklungsstadien an gestört sind. Dies ist nicht einfach als Folge eines Mangels an Gelegenheit zu lernen oder einer Intelligenzminderung bzw. irgendeiner erworbenen Hirnschädigung oder -krankheit aufzufassen. Die Rechenstörung (F81.2) der Klassifikation der Krankheiten der WHO (ICD-10) (WHO, 2013) besteht in einer umschriebenen Beeinträchtigung von grundlegenden Rechenfertigkeiten wie Addition, Subtraktion, Multiplikation und Division. Die Kriterien für eine Diagnosestellung verlangen eine „signifikante Diskrepanz zwischen der gemessenen und der auf Grund des Alters und der allgemeinen Intelligenz erwarteten Schulleistung in Mathematik“ (von Aster, 2003, S. 163f.). Verschiedentlich wird das Diskrepanzmodell abgelehnt (vgl. etwa Scherer & Moser Opitz, 2010; Landerl & Kaufmann, 2013). Für eine umschriebene Rechenstörung nach ICD-10 müssten andere schulische Leistungen im Durchschnittsbereich liegen. Aktuelle Forschungen gehen aber davon aus, dass kombinierte Störungen schulischer Fertigkeiten relativ häufig sind, so gehen bei je ca. einem Drittel der Kinder mit Rechenschwächen Aufmerksamkeits- und Hyperaktivitätsstörungen und/oder Sprachentwicklungsauffälligkeiten einher (von Aster, 2003, vgl. auch Landerl & Kaufmann, 2013). Ausserdem erweist sich das IQ-Kriterium als wenig stabil und zuverlässig, und je nach verwendetem Diagnoseinstrument werden andere Schülerinnen und Schüler als lernschwach bezeichnet (Scherer & Moser Opitz, 2010). Schülerinnen und Schüler, die nach dem Diskrepanzmodell

gerade knapp nicht unter die Diagnose Rechenstörung fallen, oder solche mit einem tiefen IQ würden dann allenfalls auch keine besondere mathematische Förderung erhalten.

Teilleistungsstörungen

In der Sonderpädagogik wird u. a. zur Entstehung und Entwicklung von Rechenschwächen die Aufspaltung des allgemeinen Konstrukts der Lernbehinderung in feinere kognitive Störungen herangezogen (Lorenz, 2003, S. 147). In diesem Ansatz werden Fähigkeitsfaktoren als wesentliche Determinanten für das (mathematische) Lernen isoliert, insbesondere die motorische und taktil-kinästhetische Erfahrung als Grundlage für die Entwicklung der visuellen Wahrnehmung, der Form-, Raum- und Zeitwahrnehmung (ebd.). Für die Entstehung von Rechenschwierigkeiten werden Faktoren wie Störungen des Körperschemas, visuo-motorische Integrationsstörungen oder räumlich-visuelle Erfassungs- und Vorstellungsschwächen angenommen. Dieser Ansatz bleibt nach Lorenz in einer „defektologischen Betrachtungsweise“ verhaftet (ebd.). Die (immer noch verbreiteten) Funktionstrainings der fehlenden oder mangelhaft ausgebildeten Basisfunktionen, z.B. in der Motorik oder Wahrnehmung, sind kritisch zu betrachten, da deren Effektivität bisher nicht nachgewiesen werden konnte (Moser Opitz & Freesemann, 2012).

Rechenschwäche als Leistungsrückstand

Rechenprobleme sind eher vor dem Hintergrund der allgemeinen Entwicklung des Rechnens als „unterschiedlich stark ausgeprägte Entwicklungsrückstände zu betrachten, auf die pädagogisch zu reagieren ist“ (Fritz, Ricken & Schmidt, 2009, S. 10). Verschiedene Studien kommen zum Schluss, dass Schülerinnen und Schüler mit durchschnittlichem bzw. unterdurchschnittlichem IQ mit Problemen im Mathematikerwerb bei gleichen Aufgaben Schwierigkeiten aufweisen (vgl. etwa Moser Opitz, 2013; Murphy et al., 2007). Bei der Erklärung von Leistungsunterschieden in Mathematik spielt die Intelligenz eine untergeordnete Rolle, wohingegen der *spezifischen* Begabung und der persönlichen Lerngeschichte eine wichtigere Rolle zuzukommen scheint (Stern, 1998; Landerl & Kaufmann, 2013). Leistungsunterschiede sind zudem massgeblich durch die Lern- und Übungszeit bestimmt (Stern, 1998). In Abgrenzung zu person- und defizitorientierten Definitionen wird von Rechenschwäche gesprochen, wenn ein deutlicher Leistungsrückstand von Schülerinnen und Schülern gegenüber ihren gleichaltrigen Kameradinnen und Kameraden von mehreren Jahren beobachtet wird (Moser Opitz & Freesemann, 2012, S. 7f.).

Mehrperspektivische Erklärungsansätze

Die Erklärungsansätze für diesen erheblichen Leistungsrückstand müssen aus mehreren Perspektiven betrachtet werden. Aufgrund der oben angeführten Kritikpunkte an bestimmten Definitionen bzw. Erklärungsansätzen werden heute gemeinsame Fragestellungen zur Problematik des erschwerten Mathematiklernens aus entwicklungs-, kognitions- *und* neuropsychologischer Perspektive untersucht (Fritz et al., 2009). U. a. wird auch der Schule und anderen kulturellen Einflüssen besonderes Gewicht beigemessen, z.B. scheinen die Mathematikleistungen mit Migrationshintergrund und sozialer Herkunft zusammenzuhängen (Scherer & Moser Opitz, 2010). Aktuelle Erklärungsansätze gehen von einem Bedingungsgefüge als Ursache für Schwierigkeiten im Mathematikerwerb aus (Moser Opitz & Freeseemann, 2012). In einer entwicklungsökologischen und systemischen Problemsicht werden Person- und Umweltfaktoren einbezogen, die Frage von Ursache und Wirkung tritt in den Hintergrund, eine umfassendere Sichtweise auf die Problematik kann gewonnen und eine individuell auf der Basis von Förderfaktoren und aktuellen Barrieren abgestimmte Förderung geplant werden (vgl. ICF, 2005). Nicht angepasster Mathematikunterricht kann dann als Barriere verstanden werden und kann mathematische Lernprozesse beeinträchtigen, z.B. durch ein ungeeignetes Lernangebot, die verwendeten Arbeitsmittel und Veranschaulichungen oder das Fachwissen der Lehrpersonen (Moser Opitz & Freeseemann, 2012).

Scherer und Moser Opitz (2010) plädieren deshalb dafür, auf die Art der Schwierigkeiten in Bezug auf den mathematischen Inhalt zu fokussieren, anstatt Gruppen von bestimmten rechen-schwachen Schülerinnen und Schülern aufgrund von Ursachen oder Grad der Beeinträchtigung zu definieren. Daraus können dann auch Grundlagen für Diagnostik und Förderung abgeleitet werden. Rechenschwache Schülerinnen und Schüler (mit durchschnittlicher *oder* unterdurchschnittlicher Intelligenz) weisen bezüglich spezifischer Elemente des mathematischen Basisstoffs signifikant tiefere Leistungen auf (Moser Opitz, 2013). Diese spezifischen Schwierigkeiten werden im Kapitel 3.2 dargestellt.

3.1.2 Prävalenz

Die Anzahl der von Rechenschwäche betroffenen Schülerinnen und Schüler variiert je nach Literatur bzw. Definition beträchtlich. Teils werden Angaben im tiefen einstelligen Prozentbereich gemacht, andere sprechen von gegen einem Fünftel aller Schülerinnen und Schüler. Verschiedene Autorinnen und Autoren gehen von 5–10% der Schülerinnen und Schüler aus, die

schwere mathematische Lernschwierigkeiten [*mathematics disabilities*]² aufweisen (Pedrotty Bryant et al., 2008; Gersten et al., 2009). Studien zeigen, dass im Fach Mathematik sehr heterogene Leistungen gemessen werden, davon zählen ca. 19% zu den sehr tiefen Leistungen (Scherer & Moser Opitz, 2010). Mädchen zeigen tendenziell die tieferen Leistungen, diese Unterschiede nehmen v.a. mit zunehmendem Alter zu (andere Autor/-innen gehen von keinen Unterschieden zwischen Mädchen und Knaben aus (z.B. Landerl & Kaufmann, 2013)).

3.2 Mathematischer Basisstoff – spezifische Schwierigkeiten

Die Mathematik erfordert in den verschiedenen Inhaltsbereichen unterschiedliche Anforderungen bzw. birgt spezifische (innermathematische) Schwierigkeiten (Scherer & Moser Opitz, 2010). Es müssen mehrere Konzepte und Fertigkeiten über verschiedene mathematische Themen und verschiedene mathematische Probleme erworben und angewendet werden (Montague, 2011). Es kann davon ausgegangen werden, dass jeder mathematische Lernprozess (auch von kompetenten Schülerinnen und Schülern) diese „Hürden“ bewältigen muss und dass Schülerinnen und Schüler mit mathematischen Lernschwierigkeiten besonders grosse Schwierigkeiten haben, diese „Hürden“ zu meistern. Diese Schülerinnen und Schüler lernen nicht grundsätzlich anders Mathematik: „Die aktuellen Forschungsansätze sehen in rechenschwachen Schülern keine Gruppe, die sich in ihrem Lernverhalten qualitativ von ihren Klassenkameraden unterscheidet“ (Lorenz & Radatz, 1993, S. 29). Bei allgemein lernschwachen Schülerinnen und Schülern zeige sich allerdings in pointierter Weise, welche kognitiven Fähigkeiten der Mathematikerwerb fordert und welche didaktischen Fallstricke möglich sind.

Schülerinnen und Schüler weisen zwar individuelle Schwierigkeiten in unterschiedlicher Form und Ausprägung auf, jedoch können spezifische mathematische Lernbereiche festgestellt werden, die besonders fehleranfällig sind und bei denen sich oft Schwierigkeiten zeigen (Scherer & Moser Opitz, 2010, S. 13). Die zentralen Inhaltsbereiche der Grundschulmathematik – der sogenannte *mathematische Basisstoff* (Moser Opitz, 2013) – beinhalten die Elemente Zählen (in Schritten), Verständnis des Dezimalsystems, Operationsverständnis und Umgang mit Sachaufgaben (vgl. auch Pedrotty Bryant et al., 2008; Freesemann, 2014). Der Erwerb dieser spezifischen Kompetenzen ist im Verstehensprozess und Wissenserwerb zentral. Studien zeigen, dass rechenschwache Schülerinnen und Schüler gerade in diesem Basisstoff Schwierigkeiten

² Im Folgenden werden spezifische englische Fachbegriffe wenn möglich ins Deutsche übersetzt und z.T. mit dem englischen Originalbegriff in eckigen Klammern versehen. Dies ist nicht immer zufriedenstellend möglich, dann wird der englische Originalbegriff verwendet.

haben (vgl. etwa Moser Opitz, 2013). Im Folgenden werden die vier zentralen Inhaltsbereiche und die entsprechenden Schwierigkeiten von rechenschwachen Schülerinnen und Schülern dargestellt. Diese vier Bereiche können nicht unabhängig voneinander verstanden werden, sie hängen eng miteinander zusammen, Schwierigkeiten im einen Bereich wirken sich auf den Wissenserwerb in anderen Bereichen aus.

3.2.1 Zählen

Bedeutung des Zählens für den Mathematikerwerb

Das Zahlbegriffsverständnis, dessen Ausbau, Festigung und Systematisierung können als die fundamentale Aufgabe des mathematischen Anfangsunterrichts gelten (Krauthausen & Scherer, 2007).

Zahlen sind gleichzeitig ordinal und kardinal definiert: Unter dem Kardinalaspekt beschreibt eine Zahl die Mächtigkeit (die Anzahl von Elementen) von Mengen, unter dem Ordinalaspekt stellen die Zahlen eine geordnete Folge dar (Krauthausen & Scherer, 2007). Verschiedene Studien haben nachgewiesen, dass sich die ordinale Reihenbildung vor dem kardinalen Mengenvergleich entwickelt (Moser Opitz, 2001; Wember, 2003). Das Mengen- oder Anzahlkonzept ist die Grundbedingung für die Erfassung der natürlichen Zahlen und für mathematische Operationen. Zählen wird als zentrale Voraussetzung zum Aufbau numerischer Kenntnisse, zum Rechnenlernen, betrachtet. Um die Zählstrategien (die ersten spontanen Strategien für Addieren und Subtrahieren) richtig anwenden zu können, braucht es als unabdingbare Voraussetzung die Beherrschung des Zählaktes (Moser Opitz, 2001). Eine sichere Repräsentation der Zahlwortreihe bedeutet ein Verständnis der Prinzipien des Zahlaufbaus und damit des Dezimalsystems (vgl. Kapitel 3.2.2). Die Anzahlbestimmung ist ein wichtiger Schritt zum Mengenvergleich und ist bedeutsam für den Zahlbegriff (ebd.). Das Wissen um Mengen muss verknüpft werden mit den Zählfertigkeiten als Grundlage für das Verständnis von abstrakten Rechenoperationen (Krajewski, 2005).

Geringe Zählkompetenzen und verfestigtes zählendes Rechnen

Empirische Ergebnisse zu Untersuchungen der Zählkompetenzen weisen darauf hin, dass rechenschwache Schülerinnen und Schüler bis in höhere Klassenstufen über geringere bzw. weniger sichere und flexible Zählfähigkeiten verfügen (Moser Opitz, 2013; Freesemann, 2014) und gerade deshalb noch einfache Kopfrechnungen durch Abzählen lösen (Scherer & Moser Opitz, 2010). Zählendes Rechnen (in Einerschritten) gilt als ungünstige Rechenstrategie (Scherer & Moser Opitz, 2010), wenn nicht sogar als *das* Hauptmerkmal von Rechenschwäche

(Gaidoschik, 2009; Lorenz & Radatz, 1993), auch wenn diese Strategie einen ersten wichtigen Schritt beim Erwerb des Additions- und Subtraktionsverständnisses darstellt und in einem frühen Stadium des ersten Rechnens sogar auf eine generell hohe mathematische Kompetenz hinweist (Gaidoschik, 2009). Jedoch ist das verfestigte zählende Rechnen ohne Nutzung von Mustern problematisch (Häsel-Weide, 2013). Es gelingt Schülerinnen und Schülern, die verfestigt zählen, im Kontext von Rechenaufgaben nicht, Zahlen als Anzahlen und Operationen als Veränderung von Mengen zu verstehen. Sie bleiben in der ordinalen Interpretation von Zahlen als Positionen verhaftet und interpretieren Addition und Subtraktion als Vor- und Zurückgehen in der Zahlwortreihe (Gaidoschik, 2009). Dies ist insofern eine ungünstige Strategie, als ihr keine Vorstellung von den Rechenoperationen, der dezimalen Struktur und dem kardinalen Aspekt zugrunde liegt und sie mit zunehmendem Zahlraum sowie für die Multiplikation und Division fehleranfällig und ineffizient ist (Scherer & Moser Opitz, 2010). Die Automatisierung von mathematischen Grundaufgaben wird dadurch erschwert (Gersten, Jordan & Flojo, 2005; Krauthausen & Scherer, 2007).

3.2.2 Dezimales Stellenwertsystem

Bedeutung des dezimalen Stellenwertsystems für den Mathematikerwerb

Das dezimale Stellenwertsystem ist das zentrale Konzept, das Schülerinnen und Schüler als Basis für das Verständnis von Zahlbeziehungen und Rechenprozeduren verstanden haben müssen. Die Einsicht in das Prinzip der fortgesetzten Bündelung und das Stellenwertprinzip sind die Grundlage für arithmetisches Lernen (Krauthausen & Scherer, 2007; Scherer & Moser Opitz, 2010; Pedrotty Bryant et al., 2008). Bündeln bedeutet das Zusammenfassen zu gleichgrossen Gruppen von Elementen einer grossen Menge von Elementen, im Dezimalsystem zu Zehnergruppen (Krauthausen & Scherer, 2007). Fortlaufend meint, dass der Vorgang des Bündelns zu gleichen Gruppen so lange fortgesetzt werden muss, bis kein volles Bündel mehr gebildet werden kann (ebd.). Im Gegensatz dazu werden beim Entbündeln Einheiten in kleinere Einheiten umgetauscht, damit Elemente der nächst kleineren Einheit von der grösseren Einheit weggenommen werden können (Scherer & Moser Opitz, 2010). Das Stellenwertprinzip ermöglicht eine systematische und effektive Form, diese Bündel zu notieren, indem einer Ziffer ein Anzahlaspekt (Anzahl Bündel) und einen Stellenwertaspekt (Wert/Grösse der Bündel) zukommt (Krauthausen & Scherer, 2007). Das Verständnis des Stellenwertsystems ermöglicht es den Schülerinnen und Schülern, Relationen zwischen Zahlen herzustellen, was wiederum Einsichten zum Verständnis grosser Zahlen bzw. Dezimalzahlen, zum Schätzen und zu Grössen unterstützt (Freeseemann, 2014).

Für den Aufbau sicherer und flexibler Rechenfertigkeiten bzw. effizienter Rechenstrategien hat das Verständnis des Dezimalsystems eine zentrale Bedeutung (Pedrotty Bryant et al., 2008). Beispielsweise stellen Einsichten in Entbündelungsvorgänge (siehe oben) eine Voraussetzung für das Verständnis der Subtraktion mit Übergängen dar, indem erst durch das Tauschen in kleinere Einheiten Elemente einer kleineren Einheit von der grösseren Einheit weggenommen werden können (Scherer & Moser Opitz, 2010). Mangelnde Einsichten ins Stellenwertsystem führen dazu, dass nur zählende Rechenstrategien verwendet werden (ebd.), was ineffiziente und fehlerhafte Strategien sind (vgl. Kapitel 3.2.1).

Da die dezimale Grundstruktur erst im Tausenderraum deutlich sichtbar ist (vgl. S. 29), ist gerade das dritte Schuljahr besonders zentral für die spezifische Erarbeitung und Förderung des Verständnisses des Dezimalsystems (Scherer & Moser Opitz, 2010).

Geringes Verständnis des dekadischen Stellenwertsystems

Rechenschwache Schülerinnen und Schüler weisen Lücken auf im Verständnis der zentralen Prinzipien des Dezimalsystems (Moser Opitz, 2013). Verschiedene Studien weisen auf die Evidenz eines frühen Verständnisses des Dezimalsystems auf die Rechenkompetenz hin: So wiesen Schülerinnen und Schüler mit geringen Kenntnissen des Dezimalsystems später mehr Fehler bei Additionsaufgaben auf. Hingegen setzten Schülerinnen und Schüler mit guten Kenntnissen des Dezimalsystems vielfältigere halbschriftliche Rechenstrategien ein (Freeseemann, 2014; Scherer & Moser Opitz, 2010). Rechenschwache Schülerinnen und Schüler können zwar meist den Stellenwert einer Ziffer in einer mehrstelligen Zahl benennen (Hunderter, Zehner usw.), jedoch zeigt die hoch fehleranfällige Anwendung in Aufgaben zum Bündeln (z.B. Zehnerbündel aus einer vorgegebenen zweistelligen Menge) oder zur Stellenwerttafel (Eintragen von Stellenwerten) bis in höhere Klassenstufen, dass sie über kein gesichertes Verständnis des Aufbaus des dekadischen Zahlensystems verfügen (Moser Opitz, 2013). Darauf verweist auch der Umstand, dass die Verständnisschwierigkeiten umso grösser sind, je grösser die Zahlen werden (Freeseemann, 2014). Ein unzureichendes Verständnis von Bündelungs- und Entbündelungsvorgängen manifestiert sich auch darin, dass diese Schülerinnen und Schüler bei schriftlichen Rechenverfahren insbesondere beim Übertrag bei der Subtraktion Fehler machen (Moser Opitz, 2013). Inkongruenzen im deutschen Zahlwortsystem erschweren das Verständnis des Dezimalsystems zusätzlich (Landerl & Kaufmann, 2013).

3.2.3 Operationsverständnis

Bedeutung des Operationsverständnisses für den Mathematikerwerb

Der Erwerb der Grundrechenarten Addition, Subtraktion, Multiplikation und Division ist ein zentrales Lernziel im Mathematikunterricht der Grundschule. Das Ziel ist nicht eine möglichst rasche Automatisierung isolierter Zahlensätze, sondern Einsichten in die Ideen hinter den Rechenarten und die flexible, situationsbezogene geschickte Ausnutzung von Rechengesetzen (Krauthausen & Scherer, 2007). Rechnen bedeutet, Zusammenhänge zwischen Zahlen und Gesetzmässigkeiten in Zahlenreihen zu erkennen und zu nutzen (Gaidoschik, 2014). Die Einsicht in die Teil-Ganze-Beziehung bzw. die Zahlzerlegung in Anzahlen grösser als 1 ist zentral (Moser Opitz, 2013). Durch Verwendung von Rechengesetzen und Rechenvorteilen und die Aufgliederung in einfachere oder bekannte Teilaufgaben können schwierige Rechnungen gelöst werden (Scherer & Moser Opitz, 2010). Für den Übergang vom zählenden Rechnen (vgl. S. 21) zum Abruf von arithmetischen Fakten (Grundoperationen) sind vermutlich Einflussgrössen wie ein gutes Verständnis für die durchgeführten arithmetischen Operationen sowie ausreichende verbale Gedächtnisfunktion und Übung zentral (Landerl & Kaufmann, 2013).

Eine arithmetische Operation ist die Abstraktion einer konkreten Handlung: „Eine Operation ist eine effektive, vorgestellte (innere) oder in ein Zeichensystem übersetzte Handlung, bei deren Ausführen die Handelnden ihre Aufmerksamkeit ausschliesslich auf die entstehende Struktur richten“ (Aebli, 2006, S. 209). Durch die rückblickende Betrachtung der Handlung verschafft sich das Kind Einsicht in die Zusammenhänge innerhalb der Handlung und erkennt die Struktur (Aebli, 2006). Das Kind gelangt über das Verstehen dieser Handlung auf verschiedenen Repräsentationsebenen zum Verständnis der abstrakten Rechenoperation in Zifferndarstellung. Die drei Abstraktionsebenen der Rechenoperation sind:

- Handlung
- Anschauung, Bild
- Symbol

Kompetente Rechnerinnen und Rechner können die konkrete Handlung hinter einer symbolischen Rechenaufgabe sofort verbalisieren, und das Bewusstsein für die Menge ist beständig als grundlegende Voraussetzung vorhanden (Krajewski, 2005).

Ungenügende Einsicht in zugrunde liegende Handlungen und Zahlbeziehungen

Schwache Rechnerinnen und Rechner haben Schwierigkeiten, Operationen mit Material oder einer Zeichnung bzw. mit einer Rechengeschichte zu verbinden, insbesondere bei Multiplikation- und Divisionsaufgaben (Moser Opitz, 2013). Diese „Rückübersetzung“ von einer Gleichung in eine reale Gegebenheit gelingt oft auch für einfache Zahlbeispiele im Zahlraum 1–20

nicht. Ausserdem verfügen sie nur über eine ungenügende Einsicht in Zahlbeziehungen, insbesondere Teil-Ganze-Beziehungen (ebd.). Damit sind Fähigkeiten wie Zerlegen, Verdoppeln oder Halbieren eingeschränkt, die das Erarbeiten von Lösungsprinzipien für Addition und Subtraktion ermöglichen. So ist davon auszugehen, dass rechenschwache Schülerinnen und Schüler über weniger Strategien (Rechengesetze, Rechenvorteile, Lösungsprinzipien) verfügen und diese weniger effizient auswählen können (Landerl & Kaufmann, 2013; Moser Opitz, 2013).

3.2.4 Umgang mit Sachaufgaben

Bedeutung der Sachaufgaben für den Mathematikerwerb

Der Umgang mit Sachaufgaben ist eng gekoppelt an das Operationsverständnis im Sinne der mathematischen Operation als (gedankliche) Handlung mit konkreten Objekten. Im Mathematiklernen ist der Bezug zu Sachsituationen seit jeher bedeutsam (Krauthausen & Scherer, 2007). Sachrechnen beinhaltet einerseits die Funktion des Wissensaufbaus bezüglich Zählen, Messen, Schätzen und der Umgang mit Massen, andererseits wird mit kontextgebundenen Problemstellungen ein Bezug zur Realität hergestellt als Veranschaulichung oder Verdeutlichung von mathematischen Begriffen, um mathematisches Verständnis zu fördern. Des Weiteren leisten sie einen Beitrag an die Umwelterschliessung, indem „umweltliche Situationen“ durch mathematisches Modellieren erfasst werden (Krauthausen & Scherer, 2007, S. 80f.). Der mathematische Umgang mit realen Situationen stellt eine besondere Herausforderung dar und geht weit über das traditionelle Textaufgabenlösen hinaus (Krauthausen & Scherer, 2007).

Mathematisieren oder Modellbildung, also die Übersetzung zwischen einer (realen) Sachsituation und der Mathematik, spielt eine zentrale Rolle beim Bewältigen von Sachaufgaben (Krauthausen & Scherer, 2007; Scherer & Moser Opitz, 2010). Die Modellierungskompetenz ist eine zentrale mathematische Kompetenz: Es ist die Kompetenz, realitätsbezogene Problemstellungen mathematisch zu bearbeiten (Leiss, 2010). Modelle stellen immer gewisse Idealisierungen der natürlichen Sachsituation dar (Krauthausen & Scherer, 2007). Sie sind vereinfachte Darstellungen von Realsituationen und berücksichtigen nur Teilaspekte der Realsituation, die so einer Bearbeitung zugänglich gemacht wird (Leiss, 2010). Teilkompetenzen des Modellierens sind (ebd. S. 199):

- Verstehen des Aufgabentextes und Konstruieren des Situationsmodells
- Bilden eines Realmodells durch Vereinfachen und Strukturieren der Situation
- Bilden eines mathematischen Modells durch Mathematisieren des Realmodells
- Lösen der dem mathematischen Modell zugrunde liegenden Aufgabenstellung

- Interpretieren des mathematischen Resultats
- Validieren der realen Lösung
- Darlegen bzw. Erklären des Ergebnisses – nach einem evtl. mehrfachen Durchlauf durch den Modellierungskreislauf

Das Lösen von Sachaufgaben beinhaltet komplexe Denkprozesse und mehrere Schritte: Es müssen verschiedene Operationen durchgeführt und verschiedene Strategien angewendet werden. Das Bewältigen einer Sachsituation ist charakterisiert durch ein wechselseitiges Arbeiten auf der Sachebene und der mathematischen Ebene (Krauthausen & Scherer, 2007; Scherer & Moser Opitz, 2010). Krauthausen und Scherer (2007, S. 89) zeigen am Beispiel „Rechengeschichte zu 32:5“ exemplarisch auf, dass sich die Ergebnisse je nach Sachsituation unterscheiden: So sind neben dem Ergebnis der rein arithmetischen Aufgabe 6 Rest 2 je nach Sachsituation z.B. auch das Ergebnis 7 (Anzahl Boote bei der Verteilung von 32 Personen auf Boote à 5 Personen) oder das Ergebnis 6 (Anzahl Seilstücke à 5 Meter aus einem Seil von 32 Metern) möglich und richtig. Ein weiterer Aspekt des Sachrechnens ist das Schätzen/Überschlagen von Resultaten, einerseits als Realitätskontrolle, andererseits ist in gewissen realen Anwendungssituationen gerade keine Präzision erforderlich. Schätzen dient insbesondere auch dem Aufbau realistischer Grössenvorstellungen (Krauthausen & Scherer, 2007).

Schwierigkeiten in der Erfassung der Sachsituation

Übersetzungsprozesse zwischen realer Situation und mathematischer Repräsentation (Modellbildung) erfordern hohe Leistungen. Schwierigkeiten im Umgang mit Sachaufgaben liegen u.a. in der Aufgabenart und -formulierung (ausführliche Darstellung verschiedener Aufgabentypen z.B. in Moser Opitz, 2013; Krauthausen & Scherer, 2007). Auch gibt es Schwierigkeiten, die in den geforderten Rechenarten liegen. So werden Sachaufgaben mit Multiplikation oder Division sowie Vergleichsaufgaben (X hat ... mehr als Y) von Schülerinnen und Schülern mit Rechenschwierigkeiten deutlich schlechter gelöst (Moser Opitz, 2013). Bei traditionellen Textaufgaben manifestieren sich Schwierigkeiten besonders durch die Konzentration auf Schlüsselwörter und Zahlen anstatt auf den gesamten Kontext. Das bedeutet, dass diese Schülerinnen und Schüler Schwierigkeiten haben, das „Problem“ überhaupt zu verstehen (ebd.). Eine weitere Schwierigkeit beim Sachrechnen besteht darin, erhaltene Ergebnisse zu interpretieren bzw. validieren und somit Fehler zu erkennen (Scherer & Moser Opitz, 2010).

3.2.5 Zusammenfassung: Spezifische Schwierigkeiten im Basisstoff

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass schwache Rechnerinnen und Rechner (mit durchschnittlichem oder unterdurchschnittlichem IQ) spezifische mathematische Kompetenzen

der zentralen Inhalte der Grundschulmathematik nicht oder nur teilweise erworben haben: das Zählen in Schritten grösser als 1, das Bündelungs- und Stellenwertprinzip, die Einsicht in die Beziehung zwischen Teil und Ganzem, das Verständnis der Grundoperationen oder das Mathematisieren von Sachsituationen. Sie haben Probleme beim Abrufen von mathematischem Basiswissen und verwenden ungünstige Rechenstrategien wie Abzählstrategien bis weit in die höheren Schuljahre. Diese erforderlichen basalen Kompetenzen in den vier Bereichen Zählen, Dezimales Stellenwertsystem, Operationsverständnis und Umgang mit Sachaufgaben werden unter dem Begriff *Basisstoff* zusammenfasst.

In einem Unterricht, der Rechenschwierigkeiten vorbeugen oder Lücken aufarbeiten will, muss der Fokus der Förderung auf diesem Basisstoff liegen. Eine verständnisorientierte Förderung steht dabei im Vordergrund, um tragfähige Vorstellungen zu erwerben. Nicht nur der Inhalt der Förderung, auch die Gestaltung der Instruktion spielt dabei eine wichtige Rolle. Dies soll im nächsten Abschnitt 3.3 dargestellt werden.

3.3 Inhaltliche und instruktionale Aspekte der Förderung von Schülerinnen und Schülern mit Rechenschwierigkeiten

Die Gruppe der rechenschwachen Schülerinnen und Schüler weist spezifische Schwierigkeiten in bestimmten Inhaltsbereichen der Grundschulmathematik auf, und nicht angepasster Mathematikunterricht kann mathematische Lernprozesse beeinträchtigen. Deshalb rückt die (präventive) Förderung aller Schülerinnen und Schüler im Unterricht in den Vordergrund: Lehrpersonen sollen eine Sensibilität für eine grundsätzlich heterogene Schülerschaft aufbringen (Scherer & Moser Opitz, 2010). Die Qualität des regulären Rechenunterrichts spielt eine massgebliche Rolle bei der Förderung und Vermeidung von Rechenschwierigkeiten, denn

Rechenschwierigkeiten sind zu erwarten, wenn vorangegangene Etappen der Entwicklung zu mathematischen Kompetenzen und des Mathematiklehrgangs nicht bewältigt oder nicht bis zum Stadium der Automatisierung ausgebildet wurden (Kretschmann, 2003, S. 193f.).

Deshalb ist für ein erfolgreiches Weiterlernen die Vermeidung von Lücken im mathematischen Basisstoff bzw. deren Aufarbeitung unabdingbar. Schwache Rechnerinnen und Rechner sind in besonderem Masse auf die Unterstützung durch die Lehrperson angewiesen (Freeseemann, 2014). Dabei ist die Fähigkeit der Lehrperson, bei den Schülerinnen und Schülern Lernprozesse anzuregen, ein wichtiger Faktor der Unterrichtsqualität (Jordan et al., 2010).

Die Förderung kann unter dem Aspekt der Förderinhalte (das Was) und der Form der Förderung (das Wie) betrachtet werden, wobei diese beiden Aspekte in engem Zusammenhang miteinander zu verstehen sind. Im Folgenden sollen nun Erkenntnisse darüber, wie eine effektive mathematische Förderung optimal zu gestalten ist, dargelegt werden.

3.3.1 Mathematisch-inhaltliche Förderkomponenten

Interventionen zur Vermeidung von Rechenschwäche müssen sich notwendigerweise auf die dargestellten spezifischen Schwierigkeiten beziehen, welche die Mathematik in sich birgt:

[T]here is a need for validated interventions to address early mathematics difficulties. We can draw from the research on the nature of mathematics difficulties to inform the development of appropriate interventions (Pedrotty Bryant et al., 2008, S. 21).

Grundsätzlich sollen Förderkonzepte auf der inhaltlichen Ebene die Auseinandersetzung mit mathematischen (numerischen) Inhalten – den mathematischen Strukturen – im Mittelpunkt haben (Scherer & Moser Opitz, 2010). Die (immer noch verbreiteten) Funktionstrainings z.B. zur Wahrnehmung oder Motorik seien dagegen kritisch zu betrachten, da deren Effektivität bisher nicht nachgewiesen werden konnte (vgl. S. 18). Die genannten spezifischen mathematischen Schwierigkeiten (vgl. Kapitel 3.2) bedürfen demnach auch einer spezifischen mathematischen Förderung. Den Schwierigkeiten beim Automatisieren, beim Zählen, bei der Nutzung effektiver Rechenstrategien, bei der Einsicht in das dezimale Stellenwertsystem und beim Operationsverständnis und Problemlösen muss gezielt entgegengewirkt werden. Bei der Förderung von Schülerinnen und Schülern mit Rechenschwierigkeiten muss das Gewicht auf den zentralen Lerninhalten – dem mathematischen Basisstoff – liegen; es geht also nicht darum, den gesamten Lernstoff der Grundschule aufzuarbeiten (Moser Opitz & Freesemann, 2012), sondern um die konsequente Orientierung an den Basiskompetenzen bzw. Schlüsselqualifikationen für eine gezielte Auswahl der Ziele und Inhalte (Scherer & Moser Opitz, 2010). Dadurch sollen die Schülerinnen und Schüler eine Einsicht in grundlegende Strukturen der Arithmetik herstellen (Kornmann, 2003).

Zählkompetenz fördern

Das Zählen in Schritten (Zweier-, Fünfer-, Zehnerschritte etc.) ist eine wichtige Voraussetzung für das Ausführen von Rechenoperationen und für die Ablösung vom zählenden Rechnen. Dafür benötigen die Kinder die Erkenntnis, dass das Zählen von anzahlgleichen Gruppen effektiv sein kann (Krauthausen & Scherer, 2007). Rechenschwache Schülerinnen und Schüler brauchen besondere und konsequente Unterstützung darin, das Erfassen von Einheiten grösser als 1

zu erarbeiten und zu üben, um eine flexiblere und sicherere Zählkompetenz zu erwerben (Scherer & Moser Opitz, 2010). Unstrukturierte (oder unangemessen strukturierte) Arbeitsmittel sowie der Fokus auf Auswendiglernen oder Vorgeben nur einer Strategie ohne Ableitungsstrategien und ohne Verstehensorientierung können Abzählstrategien fördern (ebd.). Die Schülerinnen und Schüler müssen eine – durch konkrete Handlung (z.B. operatives Umstrukturieren) mit strukturierten Materialien (die z.B. eine Fünfer- und/oder Zehnerstruktur aufweisen) erworbene – mentale Vorstellung dieser Handlung bzw. des Bildes aufbauen als Voraussetzung für nicht zählendes Rechnen (Krauthausen & Scherer, 2007) (vgl. zum Operationsverständnis auch Kapitel 3.2.3). Desgleichen sind Kenntnisse über Nachbarzahlen (insbesondere auch Nachbarzehner und -hunderter usw.) zentral für eine sichere Zahlvorstellung und flexibles Operieren im Zahlraum.

Einsicht in das dekadische Stellenwertsystem fördern

Es wird vermutet, dass für das Erlernen und Üben des Dezimalsystems insgesamt zu wenig Unterrichtszeit verwendet wird (Pedrotty Bryant et al., 2008). Des Weiteren nimmt Freesemann an, dass in den Schulbüchern keine geeigneten Aufgaben zum Aufbau des Verständnisses des Dezimalsystems vorliegen, da die „typischen Aufgaben zum Dezimalsystem im Mathematikunterricht und in den Schulbüchern Lücken im Verständnis nicht ausreichend aufdecken“ (2014, S. 36). Bezüglich des Dezimalsystems muss verstanden werden, dass Ziffern nicht ständig ein fester Zahlenwert zugeordnet wird, sondern sie je nach Stelle einen andern Wert haben. Gerade in der deutschen Sprache ist die strukturierende Bedeutung der Zehnerbündelung nicht unmittelbar über die Sprache oder die Zahlenschreibweise erfahrbare und erfordert einen hohen Grad an Abstraktion.

Bei auftretenden Schwierigkeiten soll nicht einfach prinzipiell in einem kleinen Zahlenraum gearbeitet werden, dies ist oft demotivierend. Grundlegende Konzepte wie z.B. das Bündeln können im Gegenteil am besten in grösseren Zahlenräumen erworben werden. Damit Einsicht in das Bündelungsprinzip und das Stellenwertsystem erworben werden kann, fordern Scherer und Moser Opitz (2010) deshalb eine ganzheitliche anstatt kleinschrittige Erarbeitung des Zahlraums und insbesondere auch mit rechenschwachen Schülerinnen und Schülern keine zeitlich verzögerte Erweiterung des Zahlraums auf Tausend:

Die Grundidee der dezimalen Struktur wird erst im Zahlenraum bis 1000 richtig sichtbar. Erst wenn zehn Hunderter zu einem Tausender gebündelt werden, findet eine Bündelung dritter Ordnung statt, und das Prinzip der fortgesetzten Bündelung wird deutlich (S. 140).

Für die Erarbeitung des Bündelungsprinzips und der Stellenwerte spielen Arbeitsmittel, welche die Strukturen des Dezimalsystems widerspiegeln, eine zentrale Rolle (z.B. die Dienes-Blöcke³, die Stellentafel oder die Hunderterkette und der Zahlenstrahl). Scherer und Moser Opitz (2010) schlagen enaktive Bearbeitungsmöglichkeiten vor wie z.B. das Bündeln durch strukturiertes Zählen im Hunderterraum, das Bündeln mit Dienes-Material im Tausenderraum oder die unterschiedliche Darstellung und Notation von Zahlen. Die Beziehung zwischen den Zahlräumen und die Beziehung zwischen verschiedenen Veranschaulichungen müssen durch Koordinierungsübungen hergestellt werden. Insbesondere ist die Verbindung der Handlungen mit der symbolischen Notation der Zahlen in die Stellenwerttafel zwingend notwendig, da nur so die Vernetzung der verschiedenen Repräsentationsebenen gewährleistet ist (ebd.).

Einsicht in Zahlzusammenhänge und Rechenstrategien fördern

Das Ziel jeder Förderung sind nicht primär Automatisierungen, sondern die Erzeugung geeigneter innerer Repräsentationen (von Aster, 2003). Da unausgereifte Zähl- und Rechenstrategien zu Schwierigkeiten in der Entwicklung der Rechenkompetenz führen, muss das Unterrichten von effektiven Rechenstrategien Teil einer Intervention für Risikoschülerinnen und -schüler sein (Pedrotty Bryant et al., 2008). Um der Verfestigung des zählenden Rechnens entgegenzuwirken, müssen mathematische Beziehungen, Zerlegungsstrategien und Analogien thematisiert werden, durch Übungen zum Ordnen, Vergleichen und Gliedern von Anzahlen (Lorenz & Radatz, 1993). Gerade für lernschwache Kinder ist die Einsicht in Zusammenhänge wichtig, damit sie durch Ausnutzen der Strukturzusammenhänge fehlerhafte Strategien überwinden. Bei Schülerinnen und Schülern mit Rechenschwierigkeiten muss der Fokus der Unterstützung im Speziellen auf der Konstruktion generalisierbarer und beweglicher kognitiver Strukturen liegen. Automatisieren bedeutet nicht Auswendiglernen, sondern ein *vernetztes* Verinnerlichen bzw. das Abrufen verinnerlichter Vorstellungen (Scherer & Moser Opitz, 2010), also keine vorschnelle Automatisierung, sondern das Herstellen von Beziehungen zwischen Zahlen, Aufgaben, Operationen, das Wechseln von einer zur anderen Repräsentationsebene bzw. deren Vernetzung, das Nutzen von elementaren Strategien zum Herleiten von Ergebnissen. Dazu werden Arbeitsmittel und Veranschaulichungen eingesetzt, die dem Aufbau der Zahl- und Operationsstruktur dienen (ebd.). Für das Verständnis der Grundoperationen muss die Fähigkeit erworben werden, flexibel zwischen den drei Repräsentationsebenen (konkrete Sachsituationen, modell- oder bildhafte Darstellungen sowie symbolische Schreibweise) hin- und herübersetzen zu können. Im Mathematikunterricht kommt den drei Abstraktionsebenen eine wichtige

³ Vgl. Abbildung 23.

Bedeutung zu, gerade bei jüngeren Schülerinnen und Schülern spielt das handelnde Rechnen eine bedeutende Rolle. Dabei ist es zentral, geeignete Arbeitsmittel einzusetzen, die den zu lernenden Sachverhalt unterstützen. Sie müssen die mathematischen Strukturen widerspiegeln und die Einsicht in diese Strukturen ermöglichen (Scherer, 1999) (z.B. Kraft der 5, Kraft der 10 in den Dienes-Blöcken, Zwanzigerfeld/Hunderter-Punktfeld etc.). Die Strukturen der Arbeitsmittel und Veranschaulichungen dienen dem schnellen Erkennen von (Teil-)Mengen. Strukturiertes Material eignet sich dabei insbesondere auch für die Entwicklung von nicht zählenden Lösungsstrategien (Gaidoschik, 2014). Unterschiedliche materialgestützte Lösungswege (Plättchen auf dem Zwanzigerfeld, Dienes-Blöcke, Zahlenstrahl u.v.m.) brauchen wiederholte und operative Bearbeitung, damit vielfältige mentale Repräsentationen aufgebaut werden können, die der Ablösung vom zählenden Rechnen dienen (Krauthausen & Scherer, 2007). Um Einsicht in grundlegende Strukturen der Arithmetik zu gewinnen, ist die Erarbeitung innerer Bilder zentral, weil jede geistige Repräsentation einer Zahl notwendig eine visuelle Vorstellung im Raum beinhaltet (Lorenz & Radatz, 1993). Diese visuellen Vorstellungsbilder entwickeln sich bei Grundschulern auf der Basis von selbst ausgeführten Handlungen (ebd.).

Der Entwicklung von Rechenstrategien kommt für das Operationsverständnis eine zentrale Rolle zu. Schon beim ersten Zusammenzählen von Elementen vor dem Schuleintritt findet man Rechenstrategien unterschiedlicher Qualität (Krajewski, 2005). Diese Strategien verändern sich im Laufe der Entwicklung bzw. mit wachsender Erfahrung. Die Differenzierung der Strategien hat für die weitere Entwicklung des mathematischen Denkens eine zentrale Bedeutung. Gerade Kinder mit Lernproblemen verbleiben bei fehleranfälligen oder ineffizienten Strategien und müssen zu günstigeren Strategien geführt werden (vgl. die Problematik des zählenden Rechnens, S. 21). Schülerinnen und Schülern müssen die Strategien bewusst gemacht werden, insbesondere müssen sie geschickte Strategien erkennen und nutzen lernen (Gaidoschik, 2014). Das Erkennen und Nutzen von Gesetzmässigkeiten unterstützt gerade auch rechenschwache Schülerinnen und Schüler. Die frühe Förderung von Ableitungsstrategien bzw. das Begreifen von Zahlen als Zusammensetzungen (Verdoppeln, Verdoppeln plus/minus eins, Umkehraufgaben, Kraft der Fünf/Zehn etc.) schon im ersten Schuljahr (auch im Zahlraum bis 10) erleichtert die Einsicht in operative Zusammenhänge und damit die Automatisierung (Gaidoschik, 2009). Gaidoschik (2009) empfiehlt dafür gerade auch herausfordernde Aufgaben (also z.B. über den Zehner hinaus), um die Notwendigkeit einer effizienteren Strategie erfahrbar zu machen. Erst beim Rechnen mit grösseren Zahlen kann verdeutlicht werden, dass z.B. das Zählen in grösseren Einheiten Zählfehler bzw. Rechenfehler verringert. Halbschriftliche Rechenstrategien stellen dabei einen sinnvollen Weg dar: Bei der Notation von Lösungswegen mit dem Festhalten

von Zwischenschritten (z.B. am Rechenstrich) wird vielfacher Gebrauch von Zahlvorstellungen, Zahlbeziehungen und Rechengesetzen gemacht (Krauthausen & Scherer, 2007). Dabei sollen vielfältige Rechenwege und das Herstellen von Beziehungen zwischen Rechenaufgaben (Ableiten von bekannten oder schon gelösten Rechnungen) gefördert werden. Die frühe (auch didaktische) Festlegung auf bestimmte Verfahren (z.B. Teilschrittverfahren beim Zehnerübergang) kann unter Umständen Lernschwierigkeiten produzieren, weil andere, auch informelle Strategien, welche die Schülerinnen und Schüler spontan anwenden würden, ausgeklammert werden, auf denen aufgebaut werden könnte (ebd.).

Mathematisieren fördern

Zentral in der Förderung im Umgang mit Sachaufgaben ist der Prozess der Modellbildung (vgl. S. 25): Es geht in erster Linie um das Erfassen und Verstehen der Situation, bevor mit dem eigentlichen Rechnen begonnen wird (Scherer & Moser Opitz, 2010; Krauthausen & Scherer, 2007). Hier steht das Beschreiben der Situation im Zentrum, das Übersetzen der Aufgabe auf andere Repräsentationsebenen (Nachspielen, Darstellen mit Material, Grafiken, Zeichnungen). Gezielte Fragen der Lehrperson zur Aufgabe sowie gezielte Veränderungen der Sachsituation dienen der Klärung der Bedeutung und der Beziehung der relevanten Daten und der Förderung der Vorstellung (Scherer & Moser Opitz, 2010). Durch den Austausch von individuellen Interpretationen von Repräsentationen und Handlungen wird langfristig die Modellierungskompetenz gefördert (ebd.). Auch auf dem Weg zum „richtigen Ergebnis“ stehen Zeichnungen oder Grafiken als unterstützende Notationsformen im Vordergrund, anstatt der ausschliesslichen Fokussierung auf die symbolische Notation eines Zahlensatzes. Grundsätzlich sollten Sachaufgaben so gewählt werden, dass sie nicht routinemässig zu bearbeiten sind und die Schülerinnen und Schüler zum Nachdenken und zur aktiven Auseinandersetzung anregen (ebd.).

Diese Erkenntnisse zum inhaltlichen Aspekt der Förderung von rechenschwachen Schülerinnen und Schülern (Förderung des Basisstoffs) müssen hinsichtlich integrativer Unterrichtsformen weiterentwickelt werden (Moser Opitz & Freesemann, 2012). Grundsätzlich soll eine gezielte Förderung innerhalb des regulären Mathematikunterrichts stattfinden, der wichtigste Förderort ist der Unterricht (Scherer & Moser Opitz, 2010). Wie können rechenschwache Schülerinnen und Schüler innerhalb des Regelunterrichts in der Erarbeitung bzw. Aufarbeitung des Basisstoffs gefördert werden? Dies führt hin zu instruktionalen Förderaspekten, auf die im folgenden Kapitel 3.3.2 eingegangen wird.

3.3.2 Instruktionale Förderkomponenten

Neben dem inhaltlichen Aspekt der Förderung ist insbesondere die Art und Weise der Vermittlung der genannten Lerninhalte zentral für die effektive Förderung von (rechenschwachen) Schülerinnen und Schülern, wobei das Was und das Wie nicht isoliert voneinander zu verstehen sind. Es zeigt sich, dass verschiedene instruktionale Komponenten besonders wirksam für rechenschwache Schülerinnen und Schüler sind.

Nach Jones und Brownell (2014) muss der Unterricht für Schülerinnen und Schüler mit Lernschwierigkeiten folgende sechs Merkmale aufweisen:

1. Explizit
2. Intensiv
3. Kohärent
4. Aktivierend
5. Responsiv
6. Fokussierend

Der Unterricht muss klar und eindeutig sein, verbunden mit einer hohen aktiven Lernzeit. Die verschiedenen didaktischen Schritte und Aufgabenstellungen sind in einer logischen Abfolge gut aufeinander abgestimmt und aktivierend in Bezug auf kognitive Aktivitäten. Der Unterricht muss auf Schülerbedürfnisse abgestimmt sein und auf zentrale Konzepte und Strategien zielen. Effektives Lernen findet v.a. dann statt, wenn hohe Herausforderung *und* hohe Unterstützung angeboten werden: Ist beides tief bzw. unausgeglichen, dann ist Über- oder Unterforderung die Folge (Hammond & Gibbons, 2005). Damit einher geht die klare Kommunikation von hohen Erwartungen für alle Schülerinnen und Schüler, die Etablierung von Routinen für einen möglichst hohen Zeitanteil für die individuelle und Kleingruppenunterstützung (Jordan et al., 2010). Im Folgenden sollen Instruktionsansätze bzw. Instruktionskomponenten dargestellt werden, die in der Förderung von rechenschwachen Schülerinnen und Schülern effektiv sind.

Direkte Instruktion

Für Schülerinnen und Schüler mit Lernschwierigkeiten erweisen sich Unterrichtsansätze wie die *Direkte Instruktion* bzw. die *Instruktion kognitiver Strategien* als besonders effektiv (Montague, 2011). So ist die direkte, verschiedentlich auch explizit genannte, Instruktion oft ein Hauptelement in der sonderpädagogischen Förderung (Gersten et al., 2009).

Direkte oder explizite Instruktion wird heute als inhaltspezifisches explizites Unterrichten mit optimaler Reihung von Aufgaben mit dem Fokus auf Verständnis der zentralen Besonderheiten des Faches verstanden (Gersten et al., 2009). Es geht nicht um „Drill and rehearsal“-Ansätze

(Montague, 2011), die ausschliesslich auf das Abrufen und Automatisieren von Fakten ausgerichtet sind. Eine zentrale Strategie der expliziten Instruktion ist das kognitive Modellieren (oder Prozessmodellieren): Es wird dabei modelliert, wie kompetente Problemlöser das Problem durchdenken, das Problem darstellen, die Lösung planen und dann ausrechnen (Montague, 2011; Pedrotty Bryant et al., 2008; Gersten et al., 2009). Die Direkte Instruktion weist dabei hoch strukturierende Strategien auf und bettet angemessene Hinweise [*cues, prompts*] und Feedback ein, die auf mathematische Konzepte, Fertigkeiten und Fähigkeiten abzielen (Montague, 2011).

Instruktion heuristischer Strategien

Neben problemspezifischen Strategien gilt die Instruktion von generelleren Lösungsstrategien als wirksam. Diese heuristischen (Gersten et al., 2009) oder (meta-)kognitiven Strategien (Montague, 2011) stellen strategisches Wissen dar, das den Lösungsprozess überwacht und steuert. Solche spezifischen Strategien sind z.B.: relevante Informationen identifizieren, Hypothesen bilden, einen Plan erstellen, paraphrasieren, visualisieren, Ergebnisse/Hypothesen überprüfen (ebd.).

Auswahl und Sequencing von geeigneten Aufgaben

Effektives Unterrichten basiert auf Lehrerkompetenzen wie dem sorgfältigen Planen, Auswählen und der Reihung von Aufgaben [*sequencing*] (Hammond & Gibbons, 2005; Gersten et al., 2009). Dies sei v.a. am Anfang eines Wissenserwerbsprozesse zentral für den Lernerfolg, wenn neue Fertigkeiten erworben werden (Gersten et al., 2009, S. 1230).

Ein grosses Angebot an Beispielen und Übemöglichkeiten fördert den Wissenstransfer und die Anwendung der erlernten Konzepte:

[I]f the teacher teaches a wide range of examples, it will result in the learner being able to apply a skill to a wider range of problem types. Given the nature of students' concerns about their ability to be successful, early success with new concepts and problems can be supported by sequencing examples and problems with increasing complexity and ensuring that students have an opportunity to apply their knowledge to the widest range of problems to promote transfer of their knowledge to unfamiliar examples (Gersten et al., 2009, S. 1230).

Produktives Üben und begleitetes Üben

Üben ist ein zentraler Bestandteil des Mathematikunterrichts. Unter der Prämisse, dass Lernen kein passives „Empfangen“ und Lehren nicht „Beibringen“ ist, wird produktives Üben mit herausfordernden Lernanlässen gefordert (Wittmann, 1994, S. 158). Kleinschrittige, unzusammenhängende Aufgabenserien, von Wittmann „graue Päckchen“ oder „bunte Hunde“ genannt (ebd., S. 159f.), fördern ein mechanisches, rezepthaftes Abarbeiten. Dies erfordert und fördert

kein aktives Durchdenken von Gesetzmässigkeiten, Strukturen und Beziehungen, Denken und Rechnen werden entkoppelt. Es wird deshalb aktiv-entdeckendes Lernen und produktives Üben in Sinnzusammenhängen gefordert, wo sich Schülerinnen und Schüler, durch die Lehrperson angeregt, Fertigkeiten, Wissens Elemente und Lösungsstrategien erarbeiten (ebd.). Durch produktives, einsichtiges Üben wird die Denkfähigkeit geschult, indem Gedächtnis entlastende Beziehungen und generalisierbare, bewegliche kognitive Strukturen aufgebaut und genutzt werden (Scherer & Moser Opitz, 2010). Die Schülerinnen und Schüler sollen – in einer Balance zwischen individuellen und gemeinsamen Lernphasen – substanzielle mathematische Aufgaben bearbeiten: operativ-, problem- oder sachstrukturierte Übungen, die systematisches Probieren erfordern und fördern, anstelle von repetitiven Übungen (vgl. auch rituelles Abfragewissen, Kapitel 4.4.2, S. 62). Dies erfordert ein Verbalisieren von Gedanken und deren Austausch in der Klasse: Die Schülerinnen und Schüler elaborieren Gedanken, fassen zusammen, formulieren Erkenntnisse in eigenen Worten, stellen Bezüge zwischen Sachverhalten her, stellen und beantworten Fragen, bearbeiten Fehler und reflektieren den Lernprozess (Rosenshine, 2009). Rosenshine prägt dafür den Begriff der *angeleiteten* oder *begleiteten Übung* [*guided practice*], die Bestandteil expliziter Instruktion ist. Die einzelnen Schritte stehen unter der Anleitung und Überwachung der Lehrperson, die mit zunehmender Fähigkeit der Schülerinnen und Schüler die Kontrolle über den Lernprozess verringert, also vom hochkontrollierten Modeling über gezielte Hinweise [*prompts, cues*] bis zur selbstständigen Bearbeitung ohne Unterstützung (ebd.). Zum angeleiteten Üben zählt Rosenshine auch das Vereinfachen von zu schwierigen Aufgaben und die Bereitstellung von Hinweisen und Erklärungen. Eine solche gut angeleitete Praxis führt zu besserer individueller Praxis (ebd., S. 207). Produktives Üben führt nach Wittmann (1994) zu längerfristigem, tiefer gehendem Wissenserwerb, und insbesondere rechenschwache Schülerinnen und Schüler profitieren von der Herstellung grösserer Zusammenhänge als für das Lernen notwendige Orientierungsgrundlage.

Dialogische Interaktion und Verbalisierung

Die Anregung zum Verbalisieren von Denkprozessen bzw. Strategien tragen effektiv zum Lernerfolg bei (Gersten et al., 2009). Jordan, Glenn und McGhie-Richmond (2010) gehen davon aus, dass dialogische Interaktionen die Denkfähigkeit und das Verständnis unterstützen, da ausführliche Interaktionen die Schülerinnen und Schüler kognitiv aktiviere. Diese erreichten dadurch ein „höheres Level des Denkens und Antwortens“. Diese dialogischen Interaktionen beinhalten z.B. gezieltes Fragen [*questioning*], Erweiterungen und Elaborationen von Schüleräusserungen (ebd.).

Verbalisierung ist eng verbunden mit Selbstinstruktion. Das wird auch damit erklärt, dass die Verbalisierung die Verankerung von Fertigkeiten und Strategien sowohl auf der Verhaltensebene als auch der mathematischen Ebene unterstützt. Gersten et al. (2009, S. 1230) weisen darauf hin, dass die Anregung zum Benützen der eigenen Sprache wichtig ist, um das Lernen zu lenken, dies werde in der sonderpädagogischen Förderung viel zu wenig angewendet.

Einsatz von Repräsentationen

Der Einsatz von konkreten und abstrakten Repräsentationen der Zahlkonzepte ist eine weitere Komponente effektiver Förderung. Es ist dabei zentral, über eine gezielte Abfolge von konkreten (Handlungs-)Materialien [*manipulatives*] zu visuellen Repräsentationen und zu abstrakten bzw. symbolischen Repräsentationen zu gelangen (Montague, 2011; Pedrotty Bryant et al., 2008). Repräsentationen dienen als Werkzeuge für mathematische Kommunikation, mathematisches Denken und das (Aus-)Rechnen [*mathematical communication, thought, calculation*] (Gersten et al., 2009, S. 1211). Studien haben gezeigt, dass der Gebrauch von visuellen Repräsentationen v.a. dann effektiv ist, wenn sie nicht nur von der Lehrperson zur Demonstration, sondern von den Schülerinnen und Schülern selber verwendet werden, weil damit auch eine explizitere Instruktion durch die Lehrperson einhergeht (ebd.). Repräsentationen bzw. Arbeitsmittel werden deshalb nicht erst zur Problembewältigung eingesetzt, sondern sind selber Lerngegenstände, an denen zentrale Erkenntnisse gewonnen werden können. In Kapitel 3.3.1 wurde im Zusammenhang mit der Förderung des mathematischen Basisstoffs auf die Wichtigkeit der Strukturen hingewiesen, die diese Repräsentationen aufweisen müssen.

Übersicht über interaktiv-instruktionale Komponenten effektiver Förderung

In der folgenden Tabelle 1 sind die effektiven Instruktionskomponenten (oder Praktiken) und die dazugehörigen Techniken oder Strategien für die aktivierende, verstehensorientierte Förderung zusammenfassend aufgelistet.

Tabelle 1 Interaktiv-instruktionale Komponenten effektiver Förderung

Instruktionskomponenten	
Direkte Instruktion/Explizite Instruktion (Rosenshine, 2009; Gersten et al., 2009)	<ul style="list-style-type: none"> • Auf Strategien fokussierte Instruktion von Konzepten und Prozeduren • Gezielte Hinweise (<i>cueing</i>) • Feedback • Modeling, Kognitives Modellieren, Prozessmodellieren
Instruktion heuristischer Strategien/Instruktion kognitiver Strategien (Gersten et al., 2009; Montague, 2011; Pedrotty Bryant et al., 2008)	<ul style="list-style-type: none"> • Instruktion genereller Lösungsstrategien • Relevante Informationen identifizieren • Hypothesen bilden • Paraphrasieren • Visualisierungsstrategien • Ergebnisse/Hypothesen überprüfen
Gezielte Auswahl von Beispielen und Aufgaben (Gersten et al., 2009; Hammond & Gibbons, 2005; Wittmann, 1994)	<ul style="list-style-type: none"> • Breites Aufgabenangebot • Sequenzierung • Angebot an operativen Aufgabenserien
Produktives Üben (Wittmann, 1994) Angeleitete/begleitete Übung (Rosenshine, 2009).	<ul style="list-style-type: none"> • Bezüge herstellen • Generalisieren • Zusammenfassen, in eigenen Worten formulieren • Fragen stellen und beantworten • Fehler bearbeiten • Lernprozess reflektieren
Dialogische Interaktionen (Jordan et al., 2010) Anregung zur Verbalisierung (Gersten et al., 2009; Pedrotty Bryant et al., 2008; Rosenshine, 2009)	<ul style="list-style-type: none"> • Ausführliche Interaktionen mit hoher kognitiver Anregung • Gezielte Fragen (<i>questioning</i>) • Erweiterungen und Elaborationen • Lautes Denken
Einsatz von Repräsentationen (Pedrotty Bryant et al., 2008; Gersten et al., 2009)	<ul style="list-style-type: none"> • Konkrete und abstrakte Repräsentationen der Zahlkonzepte

Gersten et al. (2009, S. 1227) gehen davon aus, dass die Komponenten v.a. im Verbund miteinander einen vorteilhaften Einfluss auf den Lernerfolg erzielen würden. Diese Erkenntnisse stimmen grösstenteils mit den Empfehlungen der Kognitionsforschung für die Unterrichtspraxis überein (ebd.).

Effektives Unterrichten basiert auf der Art, unterschiedliche Levels und Voraussetzungen zu beachten, und letztlich der Fähigkeit, das Beste aus der Lehr-Lern-Situation herauszuholen (Hammond & Gibbons, 2005). In den oben genannten Unterrichtsansätzen und Instruktionskomponenten zur effektiven Förderung scheint implizit die Thematik der *angemessenen Auswahl* bzw. der *Anpassung* der Instruktions- und Unterstützungsleistungen der Lehrperson an

die Voraussetzungen bzw. aktuellen Verstehensprozesse der Schülerinnen und Schüler auf. Diese Anpassungen werden für die optimale Förderung aller Schülerinnen und Schüler als zentral angesehen. Dies soll unter dem Begriff *Adaptivität* – als ein zentrales Qualitätsmerkmal im Umgang mit der Differenz in heterogenen Lerngruppen – im Folgenden weiter ausgeführt werden (Kapitel 4).

4 Adaptivität als Qualitätsmerkmal von Unterricht und Förderung

Im vorhergehenden Kapitel wurden bestimmte instruktionale Komponenten als wirksame Strategien zur Förderung von rechenschwachen Schülerinnen und Schülern dargelegt. Diese Komponenten beinhalten Aspekte, wie sie im Zusammenhang mit qualitativen Merkmalen von „gutem Unterricht“ genannt werden, wenn als Regelfall in jeder Klasse von Heterogenität (Unterschiede in den Lernvoraussetzungen, Lernschwierigkeiten, im Lernfortschritt usw.) sowie dem Recht auf optimale Förderung ausgegangen wird (vgl. Beck et al., 2008). Guter Unterricht lässt alle Schülerinnen und Schüler ihr Lernpotenzial ausschöpfen, sodass sie einen möglichst ertragreichen Lernprozess machen können. Dies erfordert Anpassungen der Instruktions- und Unterstützungsleistungen der Lehrperson an die aktuellen Verstehensprozesse der Schülerinnen und Schüler. Diese Passung der Lehrerhandlungen an die Voraussetzungen der Lernenden kann mit dem Begriff *Adaptivität* umschrieben werden.

Der Begriff *Adaptivität* wird in der Forschung unterschiedlich verwendet (Beck et al., 2008, S. 28). Adaptivität gilt als Bedingungsfaktor schulischer Leistungen und kann in Beziehung zum Unterrichtsangebot der Lehrperson und der Nutzung durch die Schülerinnen und Schüler gesetzt werden (vgl. Kapitel 4.1). Leiss spricht von Adaptivität als „optimaler Passung“ an aktuelle Voraussetzungen (Leiss, 2010, S. 203). Diese Passung kann als Lehrkompetenz aufgefasst werden (Beck et al., 2008, S. 36) (vgl. Kapitel 4.2). Von zentraler Bedeutung bezüglich der Passung an individuelle Voraussetzungen ist Vygotskys Konzept der Zone der nächsten Entwicklung (vgl. Kapitel 4.3). Eine besonders adaptive und verstehensorientierte Form der Begleitung von Lernprozessen wird mit dem Konzept des *Scaffoldings* beschrieben (vgl. Kapitel 4.4). Hier zeigt sich insbesondere der soziale Aspekt von Lernprozessen: Das Gespräch kann als *das* „Werkzeug des Lernens“ mit dem grössten kognitiven Potenzial angesehen werden. Scaffoldingstrategien sind auch im Ganzklassenunterricht produktiv nutzbar. Dies wird mit dem Konzept des *diskurs-orientierten Unterrichts* beschrieben (vgl. Kapitel 4.5).

4.1 Adaptivität im Angebots-Nutzungs-Modell

Schulische Leistungen von Schülerinnen und Schülern hängen in komplexer Weise von persönlichen, schulischen, strukturellen, familiären sowie soziokulturellen Faktoren ab (Helmke & Weinert, 1997; Guldemann, Bischoff & Brühwiler, 2005). Im Angebots-Nutzungs-Modell der Wirkungsweise des Unterrichts von Helmke (2009) werden Merkmale der Lehrperson, der Familie, des Kontexts, das Lernpotenzial und persönliche Mediationsprozesse in Zusammenhang

mit dem Unterrichtsangebot, den Lernaktivitäten (Nutzung) und den Wirkungen gestellt (vgl. Abbildung 1).

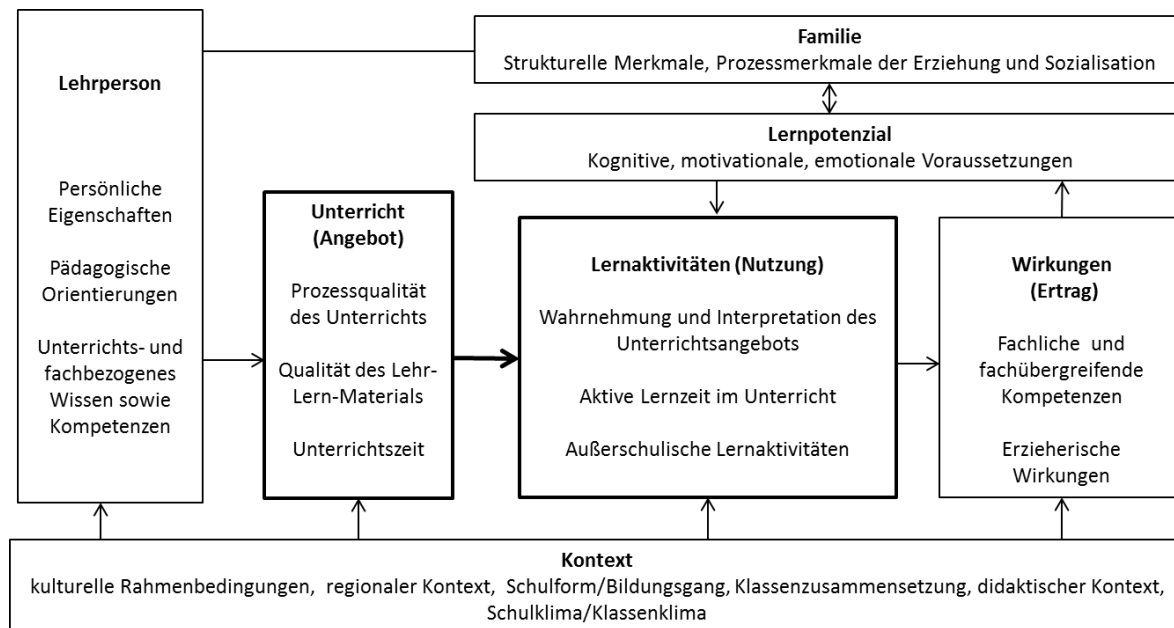


Abbildung 1 Angebots-Nutzungs-Modell nach Helmke (2009, S. 73)

Lehrpersonen haben grundsätzlich nur auf die schulischen Faktoren einen Einfluss. Sie können nicht direkt auf das Lernen der Schülerinnen und Schüler einwirken, sondern müssen ein Angebot so gestalten, dass es optimale Möglichkeiten für Lernaktivitäten der Schülerinnen und Schüler bietet. Es geht also nicht direkt um die Veränderung von Schülerinnen und Schülern, sondern um das Planen und Gestalten von angemessenen Lernsituationen, in denen alle Schülerinnen und Schüler mit ihren individuellen Voraussetzungen lernen können. Der dargebotene Unterricht – Inhalte *und* Instruktionskomponenten (vgl. Kapitel 3.3) – repräsentiert ein Angebot, das von den Lernenden durch deren Mediationsprozesse zu Lernaktivitäten genutzt wird (Helmke, 2009, S. 74). Das Schülerverhalten (die Lernaktivitäten, insbesondere die Schwierigkeiten/Fehler) zeigt der Lehrperson auf, wie sie ihr Angebot gestalten und anpassen muss. Diese Anpassungsleistungen ermöglichen eine bessere Nutzung des Unterrichtsangebots durch die Schülerinnen und Schüler. Adaptivität kann deshalb als eine weitere Komponente für erfolgreiche Lernprozesse auf der Ebene der Unterrichtsqualität verstanden werden. Adaptivität gilt als ein zentraler Bedingungsfaktor schulischer Leistungen (Helmke & Weinert, 1997, S. 137). Dass der Unterrichtserfolg von der Adaptivität des Unterrichtens an die individuellen Unterschiede der Lernenden abhängt, ist laut Corno und Snow ein „uralter“ Gedanke (1986, S. 605). Adaptiver Unterricht ist variabel und flexibel und ist deshalb „gegenwärtig das wissenschaftlich fundierteste und didaktisch aussichtsreichste unterrichtliche Konzept, um auf die grossen und

stabilen interindividuellen Unterschiede der Schüler in didaktisch angemessener Form zu reagieren“ (Helmke & Weinert, 1997, S. 137). Guter Unterricht für alle – mit der dafür kennzeichnenden Qualität, dass das Gelernte nicht nur erworben, sondern auch verstanden worden ist – bedeutet, dass das „Lehr-Lern-Geschehen für möglichst viele Schülerinnen und Schüler mit verschiedenem Vorwissen, unterschiedlichen Lernvoraussetzungen und je unterschiedlich verlaufenden Lernprozessen erfolgreich abläuft“ (Beck et al., 2008, S. 37).

Adaptivität ist Voraussetzung für einen angemessenen Umgang der Lehrperson mit Individualität und Heterogenität im schulischen Unterricht (Beck et al., 2008). Der Begriff Adaptivität wird denn auch „häufig im Zusammenhang mit Schülerinnen und Schülern verwendet, die besonderer pädagogischer Unterstützung bedürfen, aber in normalen Jahrgangsklassen unterrichtet werden [...]“ (ebd., S. 33). Situative Anpassungsleistungen der Lehrperson im Unterricht sollen dazu führen, dass für möglichst viele Lernende mit ihren individuellen Voraussetzungen und Möglichkeiten möglichst optimale Lernleistungen resultieren (Guldimann et al., 2005). Adaptivität ist deshalb nicht nur ein Qualitätsmerkmal von Unterricht, sondern stellt auch eine Kompetenz der Lehrperson dar (vgl. Kapitel 4.2).

4.2 Optimale Passung als Lehrerkompetenz

Adaptivität bedeutet die optimale Passung der Lehrerhandlungen an die aktuellen individuellen, sozialen und kognitiven Voraussetzungen der Lernenden (Leiss, 2010, S. 203). „Adaptiv-Sein“ bedeutet, „Unterschiede bei den Lernenden und Schlüsselmomente in Lehr-Lern-Prozessen wie Nicht-Verstehen, Abschweifen oder Störungen sensibel wahrzunehmen und mit angemessenen didaktischen Massnahmen darauf zu reagieren“, also „Situationsmomente und Handlungsalternativen im Lehr-Lern-Geschehen – sowohl in der Unterrichtsplanung als auch während des Unterrichts – zu antizipieren und bereit sein zu reagieren, wenn eine Handlungsanpassung an eine neue Situation erwünscht bzw. erforderlich ist“ (Beck et al., 2008, S. 38f.). Beck et al. verwenden den Begriff *Adaptive Lehrkompetenz*, um den Umstand zu betonen, dass sie „Adaptivität als Voraussetzung auf der Seite der Lehrperson verstehen, welche es ihr ermöglicht, adaptiven Unterricht zu planen und durchzuführen“ (ebd., S. 36) (vgl. Lehrpersonsfaktoren im Angebots-Nutzungs-Modell, S. 40). Adaptive Lehrkompetenz ist eine „fachübergreifende Voraussetzung für eine subjektorientierte Betrachtungs- und Handlungsweise der Lehrperson beim Unterrichten“ (ebd., S. 39). Sie bezeichnet die *Fähigkeit* einer Lehrperson, ihren Unterricht unter Beachtung der jeweiligen Lernziele „so auf die individuellen Voraussetzungen und Möglichkeiten der Lernenden anzupassen, dass möglichst günstige Bedingungen für individuell verstehendes Lernen entstehen und beim Lernen aufrechterhalten bleiben“ (Beck et al., 2008,

S. 47). Idealerweise bilden die individuellen Lernprozesse den Referenzpunkt, auf den sich Lehrpersonen bei der Vorbereitung und Durchführung ihres Unterrichts beziehen. Sie achten in der Planung auf eine optimale Passung zwischen dem Lerngegenstand der Schülerinnen und Schüler und dem Sachinhalt. Auch während des Unterrichtens nehmen sie weitere Anpassungen vor, abhängig davon, wie die geplanten und antizipierten Lernprozesse der Schülerinnen und Schüler in Wirklichkeit ablaufen. Damit wird der Prozesscharakter von Adaptivität aufgezeigt, denn adaptive Lehrkompetenz ist die Grundlage für alle pädagogischen, psychologischen und didaktischen Massnahmen, die von der Lehrperson für das Lernen der Schülerinnen und Schüler in der Klasse getroffen werden, und zwar sowohl vor wie auch während und nach dem Unterrichten.

Die Anpassungsleistungen beziehen sich sowohl auf die aktuelle Kompetenz der Lernenden, eine Aufgabe zu lösen, als auch auf die Entwicklung kognitiver Konzepte und der Lernmotivation der Schülerinnen und Schüler: „[The teachers] can adjust instructional processes to individual student responses but also to their growing conception of student cognition and motivation with respect to the learning tasks at hand“ (Corno & Snow, 1986, S. 613). Adaptivität stellt deshalb auch einen grundlegenden Aspekt einer konsequenten Kompetenz- und Verstehensorientierung dar, die gerade auch für Schülerinnen und Schüler mit Lernschwierigkeiten gefordert wird (vgl. Scherer & Moser Opitz, 2010; vgl. zudem Kapitel 3). Adaptivität bezieht sich damit einerseits auf die Gestaltung des (Mathematik-)Unterrichts im Allgemeinen (didaktische Aufbereitung des Lerninhalts, Instruktionskomponenten), andererseits ist Adaptivität insbesondere in der individuellen situativen Schülerunterstützung ein zentrales Qualitätsmerkmal.

Die adaptive Gestaltung von Unterricht erfordert von der Lehrperson verschiedene Kompetenzen, die bei Beck et al. (2008) unter dem Begriff *Adaptive Lehrkompetenz* zusammengefasst werden: Lehrpersonen müssen Kenntnisse haben über die inhaltlichen Anforderungen, sie müssen die Voraussetzungen und Lernverläufe einschätzen können, sie müssen Lernsituationen didaktisch gestalten und Lerngruppen führen können. Die Adaptive Lehrkompetenz wird deshalb als ein situations- und kontextsensitives Zusammenspiel von vier Dimensionen definiert (Beck et al., 2008, S. 37f.):

1. Sachkompetenz (inhaltliche Anforderungen des Unterrichtsinhalts)
2. Diagnostische Kompetenz (Vielfalt der Wissens- und Lernvoraussetzungen und Lernverläufe, situative Aspekte des Lernens)
3. Didaktische Kompetenz (Möglichkeiten und Chancen der didaktischen Gestaltung der Lernsituationen)
4. Klassenmanagement (pädagogische Massnahmen zur Steuerung, Führung und Begleitung der Schülergruppe)

Um fachliche, didaktische und pädagogische Anpassungen an Voraussetzungen vornehmen zu können, braucht es die Erfassung des Vorwissens und der aktuellen Kompetenz. Diagnostik im Mathematikunterricht bedeutet, die Voraussetzungen und Bedingungen planmässiger Lehr- und Lernprozesse zu ermitteln, die Lernprozesse zu analysieren, Lernergebnisse festzustellen, um auf dieser Basis individuelles Lernen lernprozessbegleitend zu optimieren (Scherer & Moser Opitz, 2010). Die Schwierigkeiten auch in den grundlegenden Basiskompetenzen können sehr unterschiedlich gelagert sein, wie Studien zeigen. So sind auch die Schülerinnen und Schüler in den einzelnen Bereichen in unterschiedlichem Masse auf Unterstützung angewiesen (Freeseemann, 2014).

Kern des adaptiven Lehrens ist ein situativ-flexibel einsetzbares Interventionsrepertoire alternativer Instruktionsstrategien (Leiss, 2010; Beck et al., 2008). Adaptives Lehren ist grundsätzlich eine „Art zu unterrichten“ und bezieht sich auf alle Situationen eines Lernangebots: Klassengespräch, individuelle Schülerarbeitsphasen, Gruppen- und Partnerarbeit, Erarbeitung oder Vertiefung von Inhalten, Lösen von Aufgaben u.v.m. Insbesondere beim Auftreten individueller Lösungsprobleme sind adaptive Hilfestellungen zentral. Diese unterstützenden adaptiven Interventionen zeichnen sich durch folgende Merkmale aus (Leiss, 2010, S. 204):

- Hilfestellungen basieren auf einer Stufenfolge von Impulsen mit einer sukzessiven Hinführung auf den „Kern der Sache“.
- Hilfestellungen variieren bezüglich Menge und Stärke.
- Hilfestellungen fördern die Kooperation und Kommunikation im Rahmen der individuellen Lerntätigkeit.
- Hilfestellungen fördern die individuelle Überarbeitung der Schülerkonzepte.

Von zentraler Bedeutung bezüglich der Passung an individuelle Voraussetzungen und interaktiver Lernunterstützung ist Vygotskys Konzept der *Zone der nächsten Entwicklung* (vgl. Kapitel 4.3). Daran schliesst das Konzept des *Scaffoldings* an als eine Unterstützungstechnik, die bezüglich des Schülerverstehens höchst adaptiv ausgerichtet ist und als sehr effektiv angesehen wird, um das Lernen zu fördern (van de Pol & Elbers, 2013; vgl. Kapitel 4.4).

4.3 Vygotskys Konzept der Zone der nächsten Entwicklung und soziokulturelle Theorie des Lernens

In der Definition von Adaptivität als optimale Passung der Lehrerhandlungen an die aktuellen Voraussetzungen der Lernenden (Leiss, 2010, S. 203, vgl. Kapitel 4.1) wird der Aspekt des Ist-Zustandes der Lernenden hervorgehoben. Adaptivität beinhaltet jedoch auch ein zukunftsgerichtetes Moment: Ein Kind hat zu einem bestimmten Zeitpunkt seiner Entwicklung eine

Kompetenzzone erreicht, in der es bestimmte Anforderungen erfüllen kann, gleichzeitig besteht aber immer auch schon die Möglichkeit, eine Herausforderung noch nicht alleine, aber mit Unterstützung, zu meistern. Es gibt also eine Entwicklungszone der noch nicht ausgereiften, aber in Ansätzen schon vorhandenen Kompetenz, die momentan noch Unterstützung benötigt, sich zu einem zukünftigen Zeitpunkt aber zu einer ausgereiften Kompetenz entwickelt haben wird. Vygotsky (1978) nennt in seiner soziokulturellen Theorie des Lernens diese noch „unreife“ Entwicklungszone *Zone der nächsten Entwicklung* [*zone of the proximal development*]. Sie beschreibt die Distanz zwischen dem aktuellen und potenziellen Kompetenzlevel, d.h. die Distanz zwischen dem, was Schülerinnen und Schüler alleine tun können, und dem, was sie nicht alleine, aber mit der Unterstützung eines kompetenteren Partners schaffen können:

It is the distance between the actual developmental level as determined by individual problem solving and the level of potential development as determined through problem solving under adult guidance or in collaboration with more capable peers (Vygotsky, 1978, S. 86).

Die Zone der nächsten Entwicklung (ZNE) beschreibt einen potenziellen Kompetenzlevel, in dem bestimmte kognitive Funktionen noch unausgereift sind, sich aber schon im Prozess der Entwicklung befinden. Die ZNE ist die zentrale Verbindung von Entwicklung und Lernen: „For Vygotsky, the contrast between assisted performance and unassisted performance identified the fundamental nexus of development and learning that he called the zone of proximal development (ZPD)” (Tharp & Gallimore, 1988, S. 30).

Die pädagogische Basis der Entwicklung des Kindes ist die ZNE, effektives Lernen findet in dieser Zone statt: „[...] that is when the challenge presented by a task is ahead of learners’ actual or current development“ (Hammond & Gibbons, 2005, S. 8). Die Rolle der unterstützenden Lehrperson wird von Hammond und Gibbons (ebd.) dabei hervorgehoben: Nur *wenn* überhaupt Support bereitgestellt wird, kann neues Lernen stattfinden, weil sich nur durch den Support eine Lernende oder ein Lernender in die ZNE begibt. Die richtige Art von Unterstützung kann dann die aktuelle Begrenzung der Möglichkeiten eines Lernenden ausweiten (Mercer, 1995). Adaptivität bzw. adaptives Lehren bedeutet somit, die Performanz des Kindes durch die ZNE hindurch zu unterstützen, bis diese assistierte Performanz in unassistierte Performanz übergeht (Tharp & Gallimore, 1988, S. 31). Dieser Übergang ist nicht abrupt, die Entwicklung der Performanz stellt eine wechselnde Beziehung zwischen Selbstregulation und externaler (sozialer) Regulation dar. Auf die Schule bezogen ist diese externale Regulation insbesondere die soziale Interaktion des Lehrens und Lernens (ebd., S. 19). In Vygotskys Konzeption des Lernens und Lehrens entwickeln sich kognitive und kommunikative Fertigkeiten auf zwei Ebenen: zuerst auf der sozialen (interpsychologischen, intermentalalen) Ebene zwischen Personen und

danach auf der individuellen (intra-)psychologischen (intramentalen) Ebene (Vygotsky, 1978, S. 57). Dabei haben die sprachlichen Mittel bei der Entwicklung höherer mentaler Prozesse eine primäre Funktion: Das Kind spricht das, was zu ihm gesagt wird, später zu sich selbst und transformiert es zu einer inneren, gedanklichen Sprache: „What is spoken *to* a child is later said *by* the child to the self, and later is abbreviated and transformed into the silent speech of the child’s thought” (Tharp & Gallimore, 1988, S. 44, kursiv im Original). Der Prozess der Internalisation (nach Vygotsky) bedeutet die Formung der innerpsychologischen Ebene: Bevor sich eine kognitive Struktur im Kind ausbildet, ist diese Struktur in der Partizipation an einer Interaktion vorhanden bzw. wird dort erst gebildet (Tharp & Gallimore, 1988). Lernen findet zuerst in der Interaktion statt, im Diskurs wird Wissen aufgebaut und modifiziert. Das Kind rezipiert (in diesem Lernverständnis) nicht passiv die erwachsene Anleitung oder Assistenz, sondern ist aktiv in diese Anleitung und Unterstützung involviert. So entsteht individuelle Bewusstheit bzw. Wissen. Tharp und Gallimore umschreiben diesen aktiven Prozess mit dem Begriff des *geführten Wiedererfindens* [*guided reinvention*] (ebd., S. 29). Die kognitive und soziale Entwicklung des Kindes ist eine Entfaltung von Potenzial durch den reziproken Einfluss von Kind und sozialer Umgebung. Die Lehrperson muss somit diese soziale Umgebung so gestalten und optimal an die Voraussetzungen des Kindes anpassen, dass sie es dem Kind ermöglicht, aktiv zu interagieren und zu kooperieren, um individuelle Bewusstheit zu entwickeln.

Adaptivität kann in diesem Sinn als interaktive Lernunterstützung der Lehrperson in und durch die ZNE des Kindes bis zur individuellen Bewusstheit verstanden werden. Die Gestaltung der sozialen Umgebung bzw. der interaktiven Unterstützung stellt eine zentrale Aufgabe der kompetenten Lehrperson dar. Als eine besondere „Unterstützungstechnik“, die diese Faktoren einbezieht, kann Scaffolding angesehen werden (vgl. Kapitel 4.4).

4.4 Scaffolding – unterstützte Performanz

Mit dem Konzept *Scaffolding* wurde von Wood, Bruner und Ross (1976) eine höchst adaptive Form der Lernprozessbegleitung beschrieben, die von der Idee her an Vygotskys soziokulturelle Theorie des Lernens anschliesst, insbesondere an dessen Konzept der Zone der nächsten Entwicklung (ZNE, vgl. S. 44), ohne jedoch diesen Begriff in ihrem Konzept zu gebrauchen: „Although scaffolding was not a term actually used by Vygotsky, it is, we would argue, an inherent part of his theory of learning as collaborative and interactionally-driven“ (Hammond & Gibbons, 2005, S. 8) (vgl. auch Davis & Miyake, 2004; Pea, 2004; van de Pol, Volman & Beishuizen, 2010; Stone, 1998).

Wood et al. (1976) beschrieben mit Scaffolding den tutoriellen Prozess als gezielte, intentionale Assistenz eines Experten oder einer Expertin gegenüber eines jüngeren bzw. mit weniger Expertise ausgestatteten Lernenden. In der Urform wird Scaffolding als regelhaft strukturierte Situation in „natürlich“ geschehenden Interaktionen und in informellen Kontexten (nicht in formalisierten Bildungssettings) beschrieben. Dieses „natürliche“, aber gleichzeitig „regelhaft strukturierte“ Setting ist bei Wood et al. (ebd.) eine Spielsituation mit einer Mutter, die mit einem Kleinkind eine dreidimensionale Puzzleaufgabe löst. Dieses Konzept von Unterstützung verweist auf ein Verständnis von Problemlösen, bei dem der Verstehensprozess dem Erzeugen von Lösungen vorausgeht (ebd.). Die oder der Lernende kann somit ein Problem mit Unterstützung *verstehen*, bevor sie/er das Problem selber alleine *lösen* kann. Scaffolding stellt damit eine aufgabenspezifische Unterstützung dar, die so gestaltet ist, dass die oder der Lernende später diese oder eine ähnliche Aufgabe selbstständig in neuen Kontexten bewältigen kann (Hammond & Gibbons, 2005). Deshalb wird Scaffolding auch in formalen Bildungssettings wie dem (Mathematik-)Unterricht ein Potenzial für wirksame Lernunterstützung und zur Optimierung des Lernprozesses zugeschrieben (vgl. Landerl & Kaufmann, 2013; van de Pol et al., 2010).

Der Begriff *scaffold* (Gerüst) wird aus dem Feld des Baus geliehen: Es ist eine temporäre errichtete Struktur, die bei der Errichtung oder Modifizierung einer anderen Struktur hilft (van de Pol et al., 2010, S. 271). Scaffolding hilft, Wissensstrukturen aufzubauen und zu modifizieren. Diese temporäre Struktur richtet sich auf die Zone der nächsten Entwicklung (ZNE) aus (vgl. Kapitel 4.3), die Phase der Entwicklung einer kognitiven Fertigkeit, in der das Kind diese Fertigkeit nur teilweise bewältigt, diese aber mit der Unterstützung und Betreuung einer erwachsenen Person erfolgreich anwenden und internalisieren kann. Dabei strukturiert und modelliert die Lehrperson die angemessene Problemlösung, involviert jedoch das Kind in den Lösungsprozess.

Das Scaffolding-Konzept schreibt den beiden in den Lernprozess involvierten Personen gleichermassen aktive Rollen zu, Scaffolding ist ein reziprokes Geschehen. In dieser aktiven bzw. aktivierten Rolle macht die lernende Person schneller und einfacher Fortschritte, als sie es alleine täte (Mercer, 1995). Mercer hebt den Aspekt des Dialogs im Scaffoldingprozess hervor: Scaffolding ist eine spezielle Art und Qualität von kognitivem Support, den eine erwachsene Person durch Dialog leistet, sodass das Kind eine schwierige Aufgabe bewältigen kann (ebd., S. 73; vgl. auch Stone, 1998). Scaffolding stellt eine Form von stellvertretendem Bewusstsein [*vicarious consciousness*] dar, welche die erwachsene Person dem Kind zu Verfügung stellt. Mercer fasst in diesem Sinn *scaffolding learning* mit Wissensaufbau als gemeinsamer Leistung zusammen (Mercer, 1995, S. 72ff.). Innerhalb des kollaborativen und konstruktiven Prozesses

wird die Lernerperspektive permanent einbezogen, die Aktionen und Reaktionen der Lehrperson beziehen sich auf das Antwortverhalten der Lernenden (Wood, 2001). Beide Teilnehmenden der Interaktion bilden aktiv ein gemeinsames Verständnis bzw. Intersubjektivität durch kommunikativen Austausch (van de Pol et al., 2010). Die unterstützende Person fördert die sukzessive Erweiterung dieses Fertigungs- und Fähigkeitslevels durch die Bereitstellung eines Lerngerüsts. Ein anderer Begriff für dieses Prinzip der Unterstützung ist die *unterstützte Performanz*: „*Assisted performance* defines what a child can do with help, with the support of the environment, of others, and of the self“ (Tharp & Gallimore, 1988, S. 30, kursiv im Original).

Im Bereich der Lernforschung ist das Konzept des Scaffoldings ein viel diskutiertes Thema. Weil heute anforderungsreichere Lernumwelten in der Schule üblicher seien, sei eine diesen Anforderungen angepasste Unterstützung nötig. Scaffolding wird als geeignetes Konstrukt dieser Unterstützung angesehen (Quintana et al., 2004, S. 338), dies auch im Zusammenhang mit dem Unterrichten von Lernenden mit besonderem Förderbedarf (Stone, 1998). Dabei werden jedoch unterschiedliche Konzeptionen von Scaffolding entworfen, Definitionen formuliert oder Schwerpunkte gesetzt, sodass in vielen Studien zu Scaffolding kein übereinstimmender Konsens bezüglich der Definition von Scaffolding besteht (Davis & Miyake, 2004; van de Pol et al., 2010; Hammond & Gibbons, 2005; Pea, 2004; Elbers, Rojas-Drummond & van de Pol, 2013). Mehrere Autoren konstatieren zudem eine zu breite und zu allgemeine Verwendung des Begriffs *Scaffolding*, indem er einfach als Synonym für jegliche Unterstützung verwendet oder einseitig als lehrerinitiierte, direktiv-instruktionale Strategie verstanden werde (Stone, 1998; van de Pol et al., 2010; Pea, 2004). Die Übergeneralisierung des Scaffoldingkonzepts führe zu undifferenzierten Definitionen, wobei allgemeine Unterrichtsgestaltung [*classroom organisation*] bzw. Reihung von spezifischen Aufgaben [*sequencing*] integriert würden (Smit & van Eerde, 2013; vgl. auch Hammond & Gibbons, 2005). In erweiterten Konzepten werden Repräsentationen und Handlungsmaterial als kognitive Werkzeuge sowie technische Werkzeuge und Strukturen (z.B. Computerprogramme) auch als Scaffolding interpretiert: Davis und Miyake (2004) gehen davon aus, dass neben der Lehrperson verschiedene Akteure in einem Klassenzimmer so etwas wie Scaffolding zu Verfügung stellen, z.B. andere Schülerinnen und Schüler, Arbeitsblätter, Lernplakate an den Schulzimmerwänden, Technologie u.v.m. Wieder andere Konzeptionen fokussieren auf den kommunikativen Aspekt von Scaffolding (vgl. etwa Stone, 1998).

Die ursprüngliche Idee von Scaffolding bezieht sich auf das Lösen einer Aufgabe in einer Eins-zu-eins-Situation. In der Schule herrschen jedoch komplexere Settings vor: Es sind mehrere Schülerinnen und Schüler, die gemeinsam in der ganzen Klasse, in Gruppen oder alleine

arbeiten. Da stellt sich die Frage, ob Scaffolding überhaupt für mehr als eine Schülerin oder einen Schüler auf einmal bereitgestellt werden kann und ob diese „Hilfe“ mit Scaffolding beschrieben werden soll (Davis & Miyake, 2004).

Es bestehen also Probleme der Konzeptualisierung und Theoretisierung sowie der empirischen Beschreibung des Konstrukts Scaffolding. In der Lern- und Unterrichtsforschung besteht jedoch ein gemeinsames Interesse am Potenzial von Scaffolding für die Beschreibung von effektiven pädagogischen Praktiken (Hammond & Gibbons, 2005). So geht auch die meiste Forschung der Frage nach, wie Scaffolding zu konzeptualisieren sei und wie das konkret im Unterrichtsalltag aussehe (ebd.). Stone sieht gerade in der kontinuierlichen Entwicklung neuer Instruktionsansätze ein fruchtbares Potenzial in der Anwendung der „Scaffolding-Metapher“ (1998, S. 361).

Es sollen deshalb im Folgenden einige (weiterführende) Konzeptionen von Scaffolding dargestellt und Merkmale herausgearbeitet werden (vgl. Kapitel 4.4.1). Es soll insbesondere auch die Konzeptionierung von Scaffolding als Methode im Klassenunterricht thematisiert werden (vgl. Kapitel 4.4.2, 4.5). Weiter werden Ergebnisse zur Wirksamkeit von Scaffolding dargestellt (vgl. Kapitel 4.6).

4.4.1 Scaffoldingkonzeptionen

Auf der Basis des „Urmodells“ von Scaffolding von Wood, Bruner und Ross (1976) werden an dieser Stelle darauf aufbauende Konzepte bzw. Interpretationen davon vorgestellt. Diese Aufstellung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit, sondern soll sowohl Gemeinsamkeiten als auch disparate Anwendungszusammenhänge und Fokusse aufzeigen.

Das Urmodell von Wood, Bruner und Ross (1976)

Die Kernidee des Scaffoldings ist die Regulation einer Lernsituation. Die Lernsituation wird strukturiert, indem die (zu) komplexen Elemente einer Aufgabe durch eine kompetentere Person so kontrolliert werden, dass eine Aufgabe gemeistert werden kann, die ohne diese Hilfe noch nicht zu meistern wäre. Diese Person übernimmt eine anregende, auslösende bzw. beschleunigende Rolle [*activator*] (Wood et al., 1976, S. 90). Scaffolding ist kein vorarrangiertes Programm für die Schülerin oder den Schüler, sondern die kompetente Lehrperson baut ihre unterstützenden Aktivitäten auf den Konzepten der Lernenden auf. Sie gibt eine vorübergehende adaptive Unterstützung [*temporally contingent guidance*] (Wood, 2001, S. 290).

Die Regulation bzw. Kontrolle geschieht über folgende sechs Funktionen des Scaffoldingprozesses (Wood et al., 1976, S. 98):

1. *Recruitment*: das Interesse und die Aufmerksamkeit auf die Anforderungen der Aufgabe lenken
2. *Reduction in degrees of freedom*: die Anzahl der einzelnen erforderlichen Handlungen reduzieren, um die Aufgabe zu vereinfachen
3. *Direction maintenance*: die Denkrichtung lenken, auf den lohnenden nächsten Schritt hinführen, die Motivation aufrechterhalten zur Zielerreichung
4. *Marking critical features*: relevante Aufgabenmerkmale und Diskrepanzen zwischen dem (falschen) Ergebnis und der korrekten Lösung hervorheben
5. *Frustration control*: Sicherheit anbieten durch gemeinsames Bearbeiten einer schwierigen Aufgabe
6. *Demonstration, Modeling*: die Handlung unter Einbezug des/der Lernenden idealisiert „vormachen“

Die Lehrperson trifft Entscheidungen darüber, *welche* anregende oder herausfordernde Aufgabe gestellt werden soll, *ob* und *wann* sie intervenieren und unterstützen soll, *wie viel* Unterstützung und *welche Art* der Unterstützung notwendig ist (Wood, 2001, S. 282): z.B. durch Aufspalten einer zu schwierigen Aufgabe in lösbare Unteraufgaben, um das Anforderungsniveau an das aktuelle Bereichswissen anzupassen; generelles Feedback zur Angemessenheit eines Lösungsversuchs; spezifische verbale Instruktionen bzw. Demonstration des nächsten Schrittes (vgl. die oben genannten sechs Scaffoldingfunktionen). Die Lehrperson registriert und überwacht permanent die Schüleraktivität unter folgenden tutoriellen Prinzipien (ebd., S. 287):

1. Im Rahmen des Problemlösens Feedback und Führung zur Verfügung stellen
2. Sukzessive Annäherung an kompetente Performanz durch das graduelle Zurücknehmen [„*Fading*“] der Unterstützung
3. Variieren der Intensität der Instruktion bei Fortschritten
4. Entwicklung von Aufgaben mit kontrollierter Schwierigkeit, abhängig von der Entwicklung des Wissens und Könnens

Assisted Performance von Tharp und Gallimore (1988)

Im Modell der *unterstützten Performanz* [*assisted performance*] von Tharp und Gallimore (1988), das sich eng an das Scaffoldingkonzept von Wood et al. (1976) anlehnt, wird betont, dass die Regulation der Lernsituation auch schon *vor* der Interaktion beginnt, z.B. durch eine Auswahl der Aufgabe, der Hilfsmittel etc. [*grading of manipulanda*], danach wird die Aufgabe in Unterziele und Unteraufgaben strukturiert [*grading of task*] (Tharp & Gallimore, 1988, S. 34). Lehrpersonen benötigen ein profundes Wissen über den Lerngegenstand (vgl. Sachkompetenz im Konzept der adaptiven Lehrkompetenz, Kapitel 4.2). Dieses Wissen hilft der Lehrperson, auch die Vorstellung des Kindes über einen Lerninhalt bzw. eine Aufgabe zu erfassen und die Ziele der Aufgabe zu reformulieren, um dadurch die Performanz zu unterstützen (Tharp

& Gallimore, 1988). Die Menge und Art dieser Regulation ist abhängig vom Alter des Kindes und der Art der Aufgabe. Zu Beginn hat das Kind noch ein sehr beschränktes Verständnis der Aufgabe, auf dieser Ebene wird v.a. Direction oder Modeling (vgl. S. 48) als Unterstützung geboten (ebd.). Im Verlauf der gemeinsamen Durchführung der Aufgabe, wenn eine gewisse Vorstellung der umfassenden Performanz angeeignet worden ist, kommen weitere Unterstützungsstrategien hinzu: Fragen, Feedback, weitere kognitive Strukturierung (ebd.). Tharp und Gallimore merken kritisch an, dass ein differenzierteres Konzept als das der sechs Scaffoldingfunktionen von Wood et al. (1976) nötig sei, insbesondere da die Analyse der Lernentwicklung zentral sei für die *qualitativen* Unterschiede in der Art der Unterstützung. Der weitere Verlauf der unterstützten Performanz ist geprägt vom *Prinzip der Übergabe* [*handover principle*]: Das Kind übernimmt allmählich die aktuelle Strukturierung der Aufgabe und erwirbt die Kompetenz (= Performanz). Das Kind übernimmt (indem es Fragen stellt) auch selber Einfluss auf die erforderliche Unterstützung, was wiederum die „Unterstützung unterstützt“ (Tharp & Gallimore, 1988, S. 35). Die Verantwortung für die Anpassung der Assistenz, den Transfer und die Durchführung der Aufgabe geht sukzessive auf die Lernenden über durch selbstregulative Funktionen wie Selbststeuerung und Selbstkontrolle, bis auch diese nicht mehr notwendig sind und die Kompetenz bzw. Performanz voll entwickelt, automatisiert ist und die ZNE verlassen wird (ebd., S. 36). Die Autoren betonen, dass auch nach Verlassen der ZNE aufgrund von Transferproblemen oder Vergessen von Information immer wieder eine „Rückkehr“ zu unterstützten Formen von Wissensabruf geschehen kann, indem Konzepte oder Prozeduren während des Abrufs aktiv *re-konstruiert* werden, z.B. durch „self-speech“, „hearing the voice of the teacher“ oder Assistenz durch andere (z.B. Wiederholung durch Lehrperson) (ebd., S. 38f.). Der ganze Unterstützungsprozess ist geprägt vom Übergang der Unterstützung von aussen [*other-assistance*] zur Unterstützung durch sich selber [*self-assistance*] (ebd.).

Die Mittel und Muster der Unterstützung von Lehrpersonen variieren dabei: Zu Beginn einer Lernsituation ist die Unterstützung häufig und elaboriert, später seltener, reduziert oder abgekürzt (Tharp & Gallimore, 1988, S. 40). Die Lehrperson testet durch Hinweise [*hints*] den Verständnisstand bzw. die Performanz, um jeweils das Minimum der notwendigen Hilfe herauszufinden. Es ist ein kontinuierliches Justieren der Hilfe, responsiv zur Performanz und zum wahrgenommenen Bedarf (ebd.). Diese Responsivität bedarf einer sorgfältigen Abklärung der Fähigkeiten in Bezug zur ZNE und den Entwicklungsstand durch die Lehrperson (vgl. die diagnostische Kompetenz der Lehrperson beim Konzept der adaptiven Lehrkompetenz, Kapitel 4.2). Die Autoren betonen, dass trotz der „dominanten“ Verknüpfung zwischen Sprache und Denken auch nicht- oder parasprachliche Mittel einbezogen werden müssen (ebd., S. 45f.), z.B.

Gesten, Sprechmelodie, Zeichen oder Mimik. Ihr Konzept der unterstützten Performanz baut auf sechs Strategien [*means*] auf (Tharp & Gallimore, 1988, S. 47ff.) (vgl. Tabelle 2).

Tabelle 2 Strategien zur Unterstützung der Performanz nach Tharp & Gallimore (1988)

Strategien zur Unterstützung der Performanz	
1. Modeling	„Offering behavior for imitation“, Imitation als fundamentale menschliche Veranlagung
2. Contingency management	Aufrechterhaltung der kooperativen Beschäftigung mit der Aufgabe, Förderung des positiven (aufgabenspezifischen) Verhaltens
3. Feeding-back	Informationen zur Genauigkeit bzw. Richtigkeit, Bezug auf standardisiertes System der Performanz
4. Instructing	Verlangt eine Handlung als „Antwort“ („Lies hier/lies nochmal, um die Antwort zu finden ...“); Ziel der Instruktion ist die Selbst-Instruktion
5. Questioning	Verlangt eine sprachliche und kognitive Antwort. Mentale und verbale Aktivierung, die mentale Operationen hervorruft und „(Neu-)Schöpfungen“ auslöst, welche die Schülerinnen und Schüler nicht allein produzieren könnten; Sichtbarmachen des Denkens
6. Cognitive structuring	Ord nende Strukturen zur Organisation von Inhalten und Funktionen, für Denken, Handeln, Überzeugungen, mentale Operationen und Erkenntnisse für die Bildung neuer kognitiver Strukturen

Diese Strategien hängen eng miteinander zusammen: Die gute Lehrperson alterniert zwischen den Strategien: Die Kombination der Strategien ist Teil der „Aktivität Lehren“ (Tharp & Gallimore, 1988, S. 66). Tharp und Gallimore gehen jedoch davon aus, dass die Strategie der kognitiven Strukturierung die bedeutendsten Effekte auf das Lernen, Verhalten und Erleben haben (ebd.). Es muss ergänzt werden, dass einzelne unterstützende Reaktionen bzw. Interventionen der Lehrperson in einer Interaktion wohl selten einer einzigen Strategie zugeordnet werden können.

Cognitive apprenticeship von Collins, Brown und Holum (1991)

Ein verstehensorientiertes und adaptives Konzept von Lernunterstützung ist das Konzept *Cognitive apprenticeship* von Collins, Brown und Holum (1991), das Scaffolding beinhaltet, einzelne Aspekte davon aber separat denkt. Im Zentrum stehen dabei kognitive Modelle, die erlauben, durch Learning by Doing Expertise zu erwerben.

Das Konzept besteht aus sechs „Lehrmethoden“ (Collins et al., 1991, S. 13f.):

1. *Modeling*: Demonstration, Vordenken, Verbalisieren durch Experten für den Aufbau eines konzeptionellen Modells
2. *Coaching*: Begleitung einer Bearbeitung einer Aufgabe durch gezielte Hinweise, Scaffolding, Feedback, Modeling, Erinnern, Lenkung auf wichtige Aspekte, Zusammenfassen

3. *Scaffolding*: Auf Diagnose des Lernstandes und Schwierigkeiten basierende Hilfe zur Bearbeitung einer Aufgabe durch Übernahme zu schwieriger Aspekte und Fading der Unterstützung
4. *Articulation*: Bewusstmachen der wesentlichen Prozesse und Steuerung des Lernens durch In-Worte-Fassen des Gelernten, der Denkprozesse, Strategien
5. *Reflection*: Vergleich der Lösungsprozesse mit Experten, anderen Lernenden (und dem internalen kognitiven Expertenmodell)
6. *Exploration*: Nutzung von zuvor gelernten Lern- und Problemlösestrategien im selbstständigen Problemlösen mit möglichst wenig Unterstützung

Scaffolding wird hier als eine Methode neben anderen genannt. Modeling, das im „Urmodell“ ein Aspekt von Scaffolding ist, wird hier als eigenständige Lehrmethode konzeptualisiert.

Diverse Unterstützungsstrategien aus verschiedenen Konzeptionen

Verschiedenste Konzeptionen führen konkrete Unterstützungsstrategien des Scaffoldings aus. Von Rosenshine (2009, S. 209) (unten stehende Strategien 1–10) und Leiss (2007, S. 76) (Strategien 11–24) werden solche Unterstützungsstrategien aufgelistet bzw. zusammengefasst. Diese Aufstellung soll die Bandbreite der Strategien bezüglich des Konkretheitsgrades und des Fokus' im Lernprozess aufzeigen. So sind gewisse Strategien eher allgemeiner Art, wie z.B. Schülerfehler antizipieren, andere beziehen sich auf konkrete Hilfsmittel wie die Nutzung von Merk-/Signalkarten mit spezifischen Hinweisen. Die genannten Strategien widerspiegeln auch unterschiedliche Verständnisse von Scaffolding bezüglich der Bedeutung der aktiven (Ko-)Konstruktion von Wissen, wenn enge Frageformen wie die sogenannten „Fill-in-the-blank“-Fragen der Lehrperson ebenso wie z.B. der Fokus auf das Argumentieren der Schülerinnen und Schüler in dieser Auflistung von Scaffoldingstrategien erscheinen.

1. Modeling des Strategiegebrauchs durch die Lehrperson
2. Laut vordenken, wenn Entscheidungen getroffen werden
3. Merk-/Signalkarten mit spezifischen Hinweisen für den Strategiegebrauch
4. Aufgabe in kleinere Einheiten aufteilen, diese separat lehren und sukzessive kombinieren
5. Schülerfehler antizipieren
6. Teile der Aufgabe für Schülerinnen und Schüler vervollständigen
7. Modell von vollständigem Lösungsprozess zur Verfügung stellen
8. Reciprocal teaching einsetzen
9. Checklisten
10. Verbesserungsstrategien für Fehler
11. Inhaltsfreie Hinweise

12. Inhaltliche Hinweise
13. Fill-in-the-blank-Fragen
14. Betonung wichtiger Aspekte
15. Zergliederung einer Aufgabe in Teilaufgaben
16. Materielle Hilfsmittel zur Verfügung stellen
17. Erneute Beschreibung der Problemsituation und ihrer relevanten Aspekte
18. Analogiebildung durch Vergleich mit bereits gelösten Problemstellungen
19. Aufrechterhaltung der Zielorientierung
20. Argumentationen ergänzen bzw. verbessern
21. Initiierung von Argumentationen
22. Lenkende Fragen stellen
23. Den Lösungsprozess in eine neue/andere Richtung lenken
24. Vorgeben eines Beispiels

Modell zur Analyse von Scaffoldingstrategien von van de Pol, Volman und Beishuizen (2010)

Aus der Fülle von z.T. sehr unterschiedlichen Scaffoldingkonzeptionen entwickelten van de Pol, Volman und Beishuizen (2010) ein Analysemodell für Scaffolding. Sie unterscheiden in ihrer Konzeption Scaffoldingfunktionen [*intentions*] und Scaffoldingstrategien [*means*] (van de Pol et al., 2010) (vgl. Abbildung 2): Mittels Scaffoldingstrategien werden die metakognitiven und kognitiven Aktivitäten und die emotionale Situation der Schülerinnen und Schüler unterstützt. Es werden: A. die Aufmerksamkeit des Lernalers auf das Ziel oder bestimmte Inhalte hingelenkt, B. Erklärungen und Vorstellungen zur Strukturierung, Organisation und Begründung gegeben, C. die zu schwierigen Teile einer Aufgabe übernommen bzw. vereinfacht, D. das Interesse und die Aufmerksamkeit auf die Aufgabe gelenkt und E. die Motivation aufrechterhalten und die Frustration minimiert. Für alle diese Funktionen werden bestimmte Scaffoldingstrategien eingesetzt (van de Pol et al. übernehmen z.T. Strategien des Konzepts Assisted Performance von Tharp und Gallimore (1988; vgl. S. 51).

<i>Scaffoldingfunktionen</i>				
	Unterstützung der metakognitiven Aktivitäten	Unterstützung der kognitiven Aktivitäten		Unterstützung der Emotion
	A. Direction maintenance	B. Cognitive structuring	C. Reduction of degrees of freedom	D. Recruitement E. Contingency management/frustration control
<i>Scaffolding-strategien</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Feeding back: Bereitstellung von Informationen über den Lernprozess für den Lerner • Giving of hints: Bereitstellung von Hinweisen, Empfehlungen/Andeutungen • Instruction: Erklärungen, was zu tun ist • Explaining: Bereitstellung von detaillierten Informationen und Klärungen • Modeling: Vormachen, Demonstration • Questioning: Fragen stellen, die eine aktive verbale und kognitive Antwort verlangen 			

Abbildung 2 Modell für die Analyse von Scaffoldingstrategien nach van de Pol et al. (2010, S. 278)

Van de Pol et al. (2010) nennen als gemeinsamen Kern der von ihnen verglichenen Konzeptionen erstens die Orientierung der die Unterstützung am aktuellen Verständnis der Schülerin oder des Schülers und am Verlauf der Lernentwicklung, zweitens den Einsatz von bestimmten Strategien und drittens das Ziel, dass der Unterstützungsprozess zur eigenständigen Bewältigung bzw. zur Internalisierung führen soll. Das Scaffolding-Modell, das van de Pol et al. (ebd., S. 274f.) vorschlagen (vgl. Abbildung 3), beinhaltet deshalb folgende drei Schlüsselmerkmale:

1. *Contingency* (bzw. *Responsiveness*): Abstimmung der Unterstützung auf den aktuellen Level der Kompetenzen.
2. *Fading*: graduelles Zurücknehmen der Unterstützung auf der Basis der aktuellen Lernentwicklung.
3. *Transfer of responsibility*: graduelle Erhöhung der Verantwortung/Zuständigkeit des Lernenden für die Ausführung einer Aufgabe auf der Basis der aktuellen Lernentwicklung.

Grundsätzlich geht es bei *Contingency* um die Anpassung der Kontrolle über den Lösungsprozess durch die Lehrperson während des Lösungsprozesses: Deren Kontrolle wächst bei Misserfolg bzw. sinkt bei Erfolg der Schülerin oder des Schülers (van de Pol, 2012; van de Pol & Elbers, 2013). Die drei Hauptmerkmale von Scaffolding hängen eng zusammen: *Fading* ist eigentlich ein Teilaspekt von *Contingency*, denn wenn auf der Basis der Schülerleistung die Unterstützung sukzessive zurückgenommen wird, dann ist genau das kontingent. Ebenso wird durch das Zurücknehmen der Unterstützung die Verantwortung für die Aufgabe sukzessive dem Schüler übergeben (van de Pol et al., 2010; vgl. Abbildung 3).

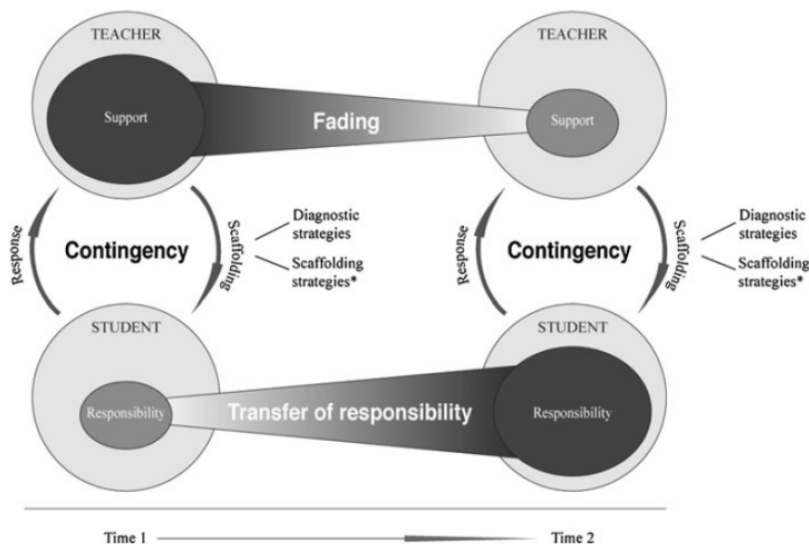


Abbildung 3 Conceptual model of scaffolding (van de Pol et al., 2010, S. 274)

Verschiedene in der Literatur erwähnte Strategien für Scaffolding wie z.B. Modeling oder Questioning implizieren nach van de Pol et al. (2010) nicht automatisch das Vorhandensein von Scaffolding: Die Strategien selber sind nur ein Teil eines zyklischen Scaffoldingprozesses. Van de Pol und Elbers (2013) möchten die Verwendung des Begriffs so eingrenzen, dass erst dann die Rede von Scaffolding sein kann, wenn die Interaktion durch die oben genannten drei Schlüsselmerkmale *Contingency*, *Fading* und *Transfer of responsibility* charakterisiert ist: “[...] non-contingent fading and non-contingent transfer of responsibility can never be called scaffolding“ (S. 33).

Ein wesentliches Werkzeug der Lehrperson für *Contingency* (neben den Scaffoldingstrategien) sind somit diagnostische Strategien (vgl. Abbildung 3), um den Level der aktuellen Kompetenzen zu bestimmen, auf deren Basis erst die Unterstützung angepasst werden kann. Diese Adaptivität zeigt sich in der Abstimmung von diagnostischen Strategien und entsprechenden Interventionen: Die Lehrperson *verwendet* das erhobene Vorwissen für die Intervention (van de Pol, 2012). Van de Pol betont, dass diagnostische Strategien eine notwendige, aber nicht hinreichende Bedingung für Scaffolding sind (ebd., S. 105) (vgl. diagnostische Kompetenz im Konzept der adaptiven Lehrkompetenz, Kapitel 4.2).

Schlussfolgerung: Scaffolding als Element adaptiver Lernunterstützung

Diese Darstellung verschiedener Ausrichtungen in der Konzeptualisierung von Scaffolding (ohne Anspruch auf Vollständigkeit) zeigt auf, dass trotz Bemühungen, ein allgemeingültiges Scaffoldingmodell zu schaffen, weiterhin unterschiedliche Schwerpunkte gesetzt werden⁴.

Die übergreifende Perspektive, unter der die meisten Scaffoldingkonzeptionen dargestellt werden, ist die sozialkonstruktivistische Perspektive, welche die soziale Interaktion als Basis von Lernen und Lehren versteht. Ein minimaler Konsens der Essenz von Scaffolding, der aber Raum für Interpretationen für die konkrete Umsetzung lässt, ist die sensitive, unterstützende Intervention einer Lehrperson im Lernprozess einer Schülerin oder eines Schülers, die aktiv in einer spezifischen Aufgabe involviert sind, diese aber nicht alleine schaffen können (Mercer, 1995). Das wichtigste Element von Scaffolding ist die Bereitstellung von Führung [*guidance*] und Unterstützung [*support*], die erhöht oder vermindert werden in Responsivität zur zu entwickelnden Kompetenz des Schülers (ebd., S. 75).

Scaffolding kann als eine Instruktionstechnik bezeichnet werden oder allgemeiner als eine *Lehrmethode* (van de Pol et al., 2010, S. 275), die auf die Entwicklung des Kindes in all seinen unterschiedlichen Facetten fokussieren kann; es geht dabei nicht einfach darum, eine Aufgabe fertig lösen zu können. Die dabei eingesetzten Strategien (oder Scaffolds) überbrücken die Lücke zwischen aktueller und angestrebter Kompetenz:

Scaffolds help bridge the gap between the student's current abilities and the goal. These scaffolds are gradually withdrawn as learners become more independent, although students may continue to rely on scaffolds when they encounter particularly difficult problems (Rosenshine, 2009, S. 209).

Scaffolding ist somit eine hilfreiche Metapher für die zeitlich begrenzte massgeschneiderte Unterstützung, die eine Lehrperson einem Schüler in der Zone der nächsten Entwicklung (ZNE) geben kann (van de Pol, 2012). Liegt die Unterstützung ausserhalb der ZNE, ist der Grad der Herausforderung entweder zu gering oder zu hoch, die Unterstützung ist dann nicht adaptiv. Effektives Lernen finde v.a. dort statt, wo hohe Herausforderung und hohe Unterstützung stattfindet (Hammond & Gibbons, 2005). Dann findet auch am ehesten Scaffolding statt und die Schülerinnen und Schüler lernen in ihrer ZNE. Scaffolding versucht somit immer, den angemessenen Grad der Herausforderung zu Verfügung zu stellen, ist also eine kontingente Unterstützung, die sich über die Zeit abschwächt und die Übergabe der Verantwortung an die Schülerinnen und Schüler anstrebt (van de Pol & Elbers, 2013). Effektives Scaffolding sollte

⁴ Vgl. z.B. Themenhefte renommierter Journals zu Scaffolding wie etwa *The Journal of the Learning Sciences*, 2004, 13(3); *Learning, Culture and Social Interaction*, 2013, 2; *ZDM-The International Journal on Mathematics Education*, 2015, 47(7)

demnach in *Handover* resultieren: Die Schülerinnen und Schüler sollten fähig sein, ihre Fertigkeiten und Fähigkeiten auf andere Aufgaben zu übertragen und in neuen Lernkontexten anzuwenden (Hammond & Gibbons, 2005).

Scaffolding beinhaltet ein hoch situatives Moment, benötigt jedoch auch Wissen über die Lerngeschichte des Kindes und entsprechende Planung bezüglich des Lerninhalts. Das angemessene Mass an Unterstützung ist die hoch anspruchsvolle Aufgabe der Lehrperson:

[T]here is a fine line between providing too much, and too little, structure for students. Moreover, even when the proper balance is struck by creating an appropriate scaffolding, there is a danger that it might become a permanent fixture (Williams & Baxter, 1996, S. 25).

Ein sehr weit gefasstes theoretisches Rahmenwerk von Scaffolding beinhaltet das Konzept von Cognitive apprenticeship, wo durch Coaching, Task structuring und Hints Lernhürden minimiert und durch Assistenz kompensiert werden (Quintana et al., 2004). Das enger gefasste Modell von van de Pol et al. (2010) fokussiert auf die drei Schlüsselmerkmale Contingency, Fading und Transfer of responsibility sowie die bestimmten Funktionen und spezifischen Strategien zur Unterstützung der metakognitiven und kognitiven Aktivitäten und die emotionale Situation der Schülerinnen und Schüler. Weitere Autorinnen und Autoren sehen als Kern von Scaffolding die Internalisierung der zur Verfügung gestellten Hilfestruktur sowie die Intersubjektivität, das Herstellen eines gemeinsamen Verständnisses (vgl. ebd.).

Die von van de Pol et al. (2010) postulierten Kernelemente von Scaffolding, Contingency, Fading und Transfer of responsibility sind auch zentrale Merkmale in der Definition des *adaptiven Unterrichtens* von Corno & Snow (1986). Die Lehrperson passt ihre instruktionale Vermittlung dem Lernzuwachs an:

Adaptive teaching is teaching that arranges environmental conditions to fit learner individual differences. As learners gain in aptitude through experience with respect to the instructional goals at hand, such teaching adapts by becoming less intrusive. Less intrusion, less teacher or instructional mediation, increases the learner's information processing and/or behavioral burdens, and with this the need for more learner self-regulation. As the learner adapts, so also must the teacher (S. 621).

Das Ziel der Lehrperson ist *ihr* Verständnis des Verstehens der Schüler und Schülerinnen, um dann dieses Verstehen angemessen zu fördern. Sicherheit über das Vorwissen kann eigentlich nur über eine Demonstration (Performanz bei Tharp & Gallimore, 1988) der Schülerin oder des Schülers gewonnen werden, um anschliessend adaptiv zu unterstützen (van de Pol, 2012). Stone (1998, S. 360) sieht ein grosses Potenzial für die Anwendung der Scaffoldingmetapher für die Begleitung von Lernprozessen von Schülerinnen und Schülern mit speziellem Förderbedarf.

Für die vorliegende Studie wird Scaffolding als eine besonders adaptive Form der Begleitung von Lernprozessen verstanden, die insbesondere durch den Einsatz von expliziten, zielgerichteten spezifischen Strategien in einem hochgradig kommunikativen und kognitiv aktivierenden Setting den Erwerb bzw. die Reorganisation von konzeptionellem Wissen unterstützt, insbesondere auch bei Schülerinnen und Schülern mit speziellem Förderbedarf.

4.4.2 Classroom Scaffolding

Bisher wurde das Scaffolding-Konzept vor allem in Eins-zu-eins-Tutoring-Situationen untersucht, wenn auch z.T. innerhalb des Klassenunterrichts. Einige Konzepte siedeln Scaffolding jedoch explizit im Klassensetting an.

Auch beim Lernen in der Klasse muss davon ausgegangen werden, dass das Lernen dann am effektivsten ist, wenn die gestellten Anforderungen dem Kompetenzlevel, in dem sie alleine bewältigt werden könnten, voraus sind. Jedoch sollen die Anforderungen nur so weit voraus gestellt sein, dass sie noch innerhalb der Möglichkeit sind, mit Scaffolding gelöst zu werden (Hammond & Gibbons, 2005). Das Vorwissen bzw. Verständnis innerhalb der Schulklassen ist grundsätzlich individuell unterschiedlich. Die Lehrperson muss Wissen über deren Vorwissen gewinnen, also dieses Vorwissen diagnostizieren (über die Demonstration durch Schülerinnen und Schüler, vgl. S. 57) und auf diese verschiedenen Levels adaptiv reagieren, bzw. die Kontrolle variieren (vgl. S. 54, van de Pols Konzept der Contingency als Fading bzw. Transfer of responsibility). Auch für die Analyse von Scaffolding im Klassenunterricht stellen sich neue Herausforderungen, denn es können nicht einfach Lehrer-Schüler-Turns analysiert werden (van de Pol, 2012).

Wie kann das Prinzip Scaffolding auf Gruppen- bzw. Klassenunterricht adaptiert und angewendet werden, wenn die Unterstützung sowie das Anforderungsniveau an das aktuelle individuelle Bereichswissen responsiv angepasst werden soll? Es sollen hier drei Konzeptionen vorgestellt werden, die Scaffolding für den gemeinsamen Klassenunterricht konzeptualisieren.

Mikro- und Makro-Scaffolding von Hammond und Gibbons (2005)

Ausgangslage für das Modell von Hammond und Gibbons (2005), das für ein diskursorientiertes Klassensetting konzipiert ist, ist die Feststellung, dass Scaffolding ein komplexer Prozess ist. Ihr Modell will reduktive, simplifizierende Annahmen von Scaffolding widerlegen (ebd., S. 25). Deren Scaffoldingmodell basiert auf Merkmalen von effektivem Unterrichten bzw. effektiven Lehrerkompetenzen (ebd., S. 34) und beschreibt Scaffolding auf zwei Ebenen: der Makro- („Macro designed-in level“) und Mikroebene („Micro interactional level“) (Hammond & Gibbons, 2005, S. 11; vgl. Abbildung 4). Scaffolds stellen dabei „unterstützende

Strukturen“ für die jeweils nächsten Schritte im Bearbeitungsprozess dar (Hammond & Gibbons, 2005, S. 15).

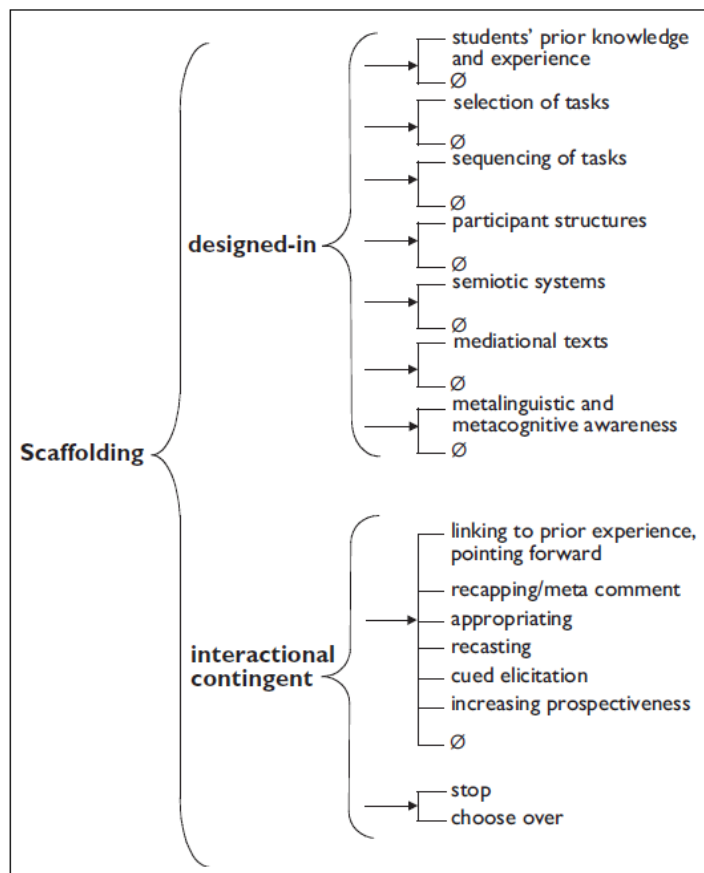


Abbildung 4 Mikro-Makro-Modell von *Scaffolding in action* (Hammond & Gibbons, 2005, S. 28)

Makro-Scaffolds der Lehrperson dienen dazu, das Vorwissen der Schülerinnen und Schüler zu sammeln und verschiedene Denkwege und Strategien zusammenzutragen. Dabei sollen vielfältige semiotische Systeme genutzt werden wie z.B. begleitendes Sprechen, verbale Reflexion, Notizen, Grafiken und Diagramme, mathematische Notationen, vermittelnde Texte und Gegenstände in Kombination von visueller, taktiler und auditiver Unterstützung (ebd., S. 16). Metakognitive Prozesse wie das Sprechen über (mathematische) Sprache und die Reflexion von Lernprozessen gehören auch zum Makro-Scaffolding. Diese Makro-Scaffolds sind Bestandteil des geplant gestalteten Unterrichtsarrangements [*designed-in*] und stehen in enger Beziehung zum Lernziel bzw. zum (mathematischen) Inhalt. Das nicht geplante [*interactional contingent*] Scaffoldingverhalten bezieht sich auf die momentanen Lernumstände: Zu bestimmten Momenten im Unterricht setzt die Lehrperson gezielt interaktive Funktionen ein, um gleichzeitig Herausforderung anzustreben und Support bereitzustellen, damit die Schülerinnen und Schüler in der ZNE arbeiten können (ebd., S. 25). Die genannten Makro-Scaffolds geben dabei den Rahmen für das situative Scaffolding. Solche Mikro-Scaffolds sind z.B. Referenzen zu bisherigen Erfahrungen im außerschulischen und schulischen Bereich machen, Ausblick auf die Zukunft

(spätere Klassen oder auch nur auf spätere Lektionen) geben, Hauptkenntnisse zusammenfassen oder sammeln sowie Schülerideen aufnehmen, die, mit mehr Fachsprache „versehen“, zurück in den Diskurs gegeben werden (ebd., S. 21).

Whole-class scaffolding von Smit und van Eerde (2013)

Auch die Forschungsgruppe um Smit und van Eerde (2013) fokussiert im Unterschied zu bisherigen Konzeptualisierungen des *small-scale scaffolding* (Eins-zu-eins-Tutoring-Situationen) in ihrer erweiterten Konzeptualisierung des *whole-class scaffolding* verschiedene Ebenen des Scaffoldings. Neben den Schlüsselmerkmalen Diagnose, Responsiveness und Handover to independence (analog zu van de Pol, S. 54) weist Whole-class-Scaffolding folgende drei Merkmale auf (Smit & van Eerde, 2013, S. 22f.): 1. Geschichtetheit [*layered nature*], 2. Dispersion/Verteiltheit [*distributed nature*] und 3. Kumulierung [*cumulative nature*].

1. Geschichtetheit: Mit Geschichtetheit ist gemeint, dass sich die Schlüsselmerkmale (Diagnose, Responsiveness, Handover) sowohl während [*online*] wie auch ausserhalb [*offline*] der Klasseninteraktion zeigen. So wird z.B. die Analyse einer Schülerarbeit nach der Lektion als sogenannte Offline-Diagnose ins Konzept integriert. Ebenso wird die auf diese Diagnose folgende (adaptive) Unterrichtsvorbereitung als Offline-Responsiveness bezeichnet, wohingegen Online-Diagnose und Online-Responsiveness situativ während des Unterrichts geschehen.
2. Dispersion/Verteiltheit: Ein weiteres Merkmal des Whole-class-Scaffoldings ist, dass die Schlüsselmerkmale nicht nur in einer einzigen Episode im Klassenunterricht auftreten, sondern über verschiedene Episoden und Lektionen verteilt. Eine Diagnose während der einen Lektion führt z.B. zu einem angepassten Unterrichtsangebot in der darauffolgenden Lektion und damit zu Responsiveness.
3. Kumulierung: Handover ist ein Prozess über eine längere Zeitspanne. Die Zunahme der Unabhängigkeit bzw. Verantwortung aufseiten der Schülerinnen und Schüler ist ein kumulativer Effekt von verschiedenen Gelegenheiten von Diagnose und Responsiveness vonseiten der Lehrperson über die Zeit.

Im Fokus ihrer Studie zu Scaffolding im Klassenunterricht (Smit & van Eerde, 2013) stand die Analyse von Scaffoldingstrategien zur Entwicklung einer mathematisch-fachspezifischen Sprache der Schüler und Schülerinnen. Durch spezifische Scaffoldingstrategien sollte sich die fachspezifische Sprache der Schülerinnen und Schüler erweitern, im Sinne eines selbstständigen, kompetenten Gebrauchs von Fachbegriffen. Diese Scaffoldingstrategien würden sich, so die Annahme des Forscherteams, im Verlauf des Lernprozesses verändern: Es wurde die Hypothese

aufgestellt, dass Responsiveness über die Zeit sichtbar sein sollte an einem Wechsel der Lehrperson von Hoch-Support-Strategien zu Niedrig-Support-Strategien⁵, verbunden mit höheren Anforderungen an die Selbstständigkeit der Schülerinnen und Schüler im Gebrauch fachspezifischer Begriffe (ebd., S. 26).

Smit und van Eerde (2013) erfassen Whole-class-Scaffolding somit über lange Zeiträume (in ihrer Studie neun Lektionen), um Aussagen über Fading oder Handover zu machen. Dafür braucht es längere Analyseeinheiten, da die (unterstützte) Klasseninteraktion als eine gekoppelte Kette von Interaktionsepisoden interpretiert wird.

Für diese Studie wurden Unterrichtslektionen zum Lerninhalt „XY-Diagramm“ mit dem Fokus auf mathematisches Lernen *und* Sprachentwicklung ausgearbeitet. In die Lektionen wurden Scaffoldingstrategien für die Lehrperson zur Unterstützung der Fachsprache integriert (Smit & van Eerde, 2013, S. 24):

1. Reformulierung von Schüleräußerungen in akademischere Sprache (Fachsprache)
2. Präzise Sprache der Schülerinnen und Schüler verlangen bzw. Sprache verbessern
3. Wiederholung von korrekten Schüleräußerungen
4. Bezug/Verweis auf besondere spezifische Merkmale einer mathematischen Darstellung
5. Gebrauch von Gesten oder Zeichnungen zur Unterstützung von verbalem Argumentieren
6. Verbale oder nonverbale Hinweise zur Verwendung von vorhandenem unterstützenden Material (z.B. Wortliste, Plan etc.)
7. Diskussion, wie Texte über Erkenntnisse erzeugt bzw. verbessert werden können

Smit & van Eerde (2013) gehen davon aus, dass diese nicht bereichsspezifischen Strategien auch für Whole-class-Scaffolding in anderen curricularen Themenbereichen angewendet werden können sollten. Dieses Beispiel zur Unterstützung der Fachsprache der Schülerinnen und Schüler durch spezifische Scaffoldingstrategien verweist auf die zentrale Bedeutung von Sprache in Lernprozessen.

⁵ Hoch-Support-Strategien: Reformulierung oder Erweiterung von Schüleräußerungen, Expliziter Fokus auf linguistische Schlüsselemente, Expliziter Fokus auf strukturelle Merkmale; Niedrig-Support-Strategien: Aufforderung zur Verbesserung, Elaboration der Fachsprache, Wiederholung, Betonung von guten Antworten, Aufforderung und Ermutigung zur selbstständigem Gebrauch von schriftlicher und mündlicher Sprache.

Diskursives Scaffolding von Williams und Baxter (1996)

Williams und Baxter (1996) verbinden Scaffolding explizit mit dem Klassenunterricht, insbesondere mit dem Diskurs, und unterscheiden zwei Arten von Scaffolding: *Analytisches Scaffolding* zielt auf den Erwerb mathematischer Konzepte ab und unterstützt die Strukturierung mathematischer Ideen, *soziales Scaffolding* zielt auf den Erwerb der Normen für die Teilnahme an einem (mathematischen) Diskurs. Das Zusammenspiel von analytischem und sozialem Scaffolding ist eingebunden in den Fluss des Diskurses. Der Diskurs selber bildet die Unterstützungsstruktur in der Klasse (ebd., S. 22). Diskursive Scaffoldingstechniken, um „rituelles Abfragewissen“ zu vermeiden und „prinzipielles (Lösungs-) Wissen“ zu generieren, sind z.B. zielgerichtete hinweisreiche Fragen [*cued elicitation*], Verbalisieren, Zusammenfassen von Aktivitäten und Gesagtem, Umdeuten, Umformen in mathematische Begriffe:

Such scaffolds allow students a framework on which they can begin to build their own knowledge and provide help in organizing their thinking, with the goal of gradually removing the scaffolding and allowing full ownership of the constructed knowledge (ebd., S. 25).

Ein solcher – durch Scaffolding geprägter – Unterricht führte in einer Studie dazu, dass Schülerinnen und Schüler ausführlicher und gehaltvoller sprachen (Williams & Baxter 1996, S. 32). Insbesondere wurde dabei festgestellt, dass die Schülerinnen und Schüler sich gegenseitig Fragen stellten und selber analytisches Scaffolding gaben.

Schlussfolgerung: Scaffolding als geplante und situative Lernunterstützung im Klassengespräch

In den drei dargestellten Konzeptionen wurde das Prinzip Scaffolding auf Gruppen- bzw. Klassenunterricht adaptiert und angewendet. Es zeigt sich, dass sich Scaffolding nicht nur auf situative Episoden im Unterricht bezieht, sondern auch geplante Aktivitäten der Lehrpersonen beinhaltet. Die Adaptivität (bzw. Contingency oder Responsiveness) zeigt sich sowohl in geplant gestalteten Unterrichtsarrangements als auch in situativen Anpassungsleistungen während des Unterrichts. Im Hinblick auf den Klassenunterricht hat die Gestaltung des Klassengesprächs eine zentrale Bedeutung. Scaffolding wird schon in Eins-zu-eins-Settings als höchst interaktiven Prozess verstanden (vgl. S. 45). Die Klasseninteraktion stellt eine Abfolge von „Interaktionsepisoden“ dar, die sich über längere Zeit (über mehrere Lektionen) entfaltet. Adaptivität zeigt sich in Anpassungsleistungen der Lehrperson bei der – sowohl geplanten als auch situativen – Gestaltung dieses Diskurses. Durch Scaffolding bzw. den Einsatz gezielter Scaffoldingstrategien wird der Diskurs und damit der Lernprozess in der Klasse gefördert und unterstützt.

Der Aspekt des Diskurses in Lehr-Lern-Prozessen soll an dieser Stelle vertieft werden. Insbesondere sollen Konzepte „diskursintensiven“ Unterrichts dargestellt werden, die implizit oder explizit Aspekte von Scaffolding und effektiver Lernunterstützung beinhalten.

4.5 Diskurs-orientiertes Lehren und Lernen

In einem (ko-)konstruktivistischen Verständnis von Lernen und Lehren nimmt das (fachliche) Gespräch einen wichtigen Stellenwert ein. Jordan, Glenn und McGhie-Richmond (2010, S. 264f.) verweisen auf die Effektivität von „dialogischen Interaktionen“ in der Förderung von Schülerinnen und Schülern mit Lernschwierigkeiten (vgl. Kapitel 3.3.2; auch Montague, 2011). Mathematik-Lernen und -Lehren stellt einen kollaborativen und sozialen (Aushandlungs-)Prozess dar, bei dem Wissen zwischen Individuen konstruiert wird (Hammond & Gibbons, 2005). Die Sprache bzw. das Sprechen zu- und miteinander spielt für den Lernprozess eine wichtige Rolle: Sprache und Denken sind aus psychologischer Sicht eng miteinander verbunden (Alexander, 2008).

Es wird vielfach kritisch bemerkt, dass Lehrpersonen diesbezüglich ein unzureichend aktualisiertes Lernverständnis hätten und von der direkten Vermittlung und Aufnahme von Wissen ausgingen (Krammer, 2009; Knierim, 2008). Sie würden das Unterrichtsgespräch dominieren und vorwiegend Erklärungen geben (Krammer, 2009, S. 38). Michaels und O'Connor (2013, S. 333) konstatieren, dass die dominante Form von lehrergeführtem Gespräch weiterhin das Abfragen [*recitation*] ist; Abfragen sei ein überdauerndes Interaktionsmuster, gar eine Unterrichtsmethode: „Quizzing students is a favorite activity“ (Tharp & Gallimore, 1988, S. 15). Es werde eine Serie von unzusammenhängenden Fragen gestellt, die voraussehbare Faktenantworten erfordern, die das (mutmassliche) Informationswissen der Schülerinnen und Schüler abbilden. Es würden kaum Fragen eingesetzt, um komplettere oder elaboriertere Ideen zu entwickeln. Sie beinhalteten v.a. Ja-Nein-Fragen und kaum auf Schülerproduktionen reagierende, anschliessende Fragen (ebd., S. 14). Studien zeigten, dass Schülerinnen und Schüler desto weniger fragen, je mehr die Lehrperson in dieser Weise fragt (ebd., S. 15). Das Anleiten oder Führen eines produktiven Diskurses wird als sehr komplexe Tätigkeit angesehen, die nur besonders kompetente Lehrpersonen ausüben vermögen:

Orchestrating academically productive discussion – that is, discussion that supports robust learning for each student – involves a multidimensional blend of human interaction mediated by language, often about a complex topic, with an ambitious goal of human learning. It involves social, cultural,

psychological, and cognitive dimensions, all within the context of an academic domain. Many people have the opinion that although a few amazing teachers may figure out how to do it, it cannot be done on a large scale (Michaels & O'Connor, 2013, S. 333).

Der Dialog bzw. der Diskurs wird als Werkzeug oder Mechanismus des (mathematischen) Lernens beschrieben. So verstehen Williams und Baxter (1996, S. 23) den Diskurs als einen Hauptmechanismus für die Produktion von mathematischem Wissen, und Alexander (2008, S 25ff.) erachtet den Dialog als eines der wichtigsten Werkzeuge [*tools*] des Lernens mit dem grössten kognitiven Potenzial. Im Gespräch wird Vorwissen an die Oberfläche geholt, bearbeitbar gemacht und mit neuen Sachverhalten konfrontiert, sodass neue Wissensstrukturen gebildet bzw. bestehende umstrukturiert werden können. Ruf und Gallin (2005) nennen ihr Konzept des *Dialogischen Lernens* „Austausch unter Ungleichen“. Für sie geht es zuallererst einmal darum, sich von einer Sache ansprechen zu lassen, mit der Sache in Beziehung zu treten, ins Gespräch mit ihr und darüber zu kommen. Dadurch geschieht eine kontinuierliche Annäherung an die tradierten Produktions- und Rezeptionsmuster, an Regularitäten eines Fachgebietes. „Verstehen ereignet sich im Gespräch“ (ebd., S. 25): Verstehen gibt es nicht ohne sein eigenes Vorwissen, seine eigenen subjektiven Theorien, man tritt ins Gespräch mit dem Inhalt und mit anderen Menschen, die auch in einer Beziehung zum Inhalt stehen. Durch den Austausch wird gemeinsam an einer Sprache gearbeitet, die sich mehr und mehr den fachlichen Regularitäten annähert, die aber immer auch persönlich bleibt. Diesen Dialog spitzen die Autoren auf die Sätze zu: „Ich mache das so! Wie machst du es? Das machen wir ab“ (ebd., S. 25).

Verschiedene Konzeptionen von „Klassendiskurs“ beziehen Scaffolding – als einen höchst interaktiven Prozess (vgl. Kapitel 4.4) – implizit oder sogar explizit mit ein. Mit der folgenden Darstellung von vier Konzeptionen soll diese enge Verbindung zwischen Scaffolding und Diskurs verdeutlicht werden. Insbesondere soll aufgezeigt werden, dass der Einsatz von Scaffoldingstrategien durch die Lehrperson für die Anregung und Begleitung des mathematischen Diskurses eine wichtige Rolle spielt und dass durch diesen „unterstützten“ Diskurs Wissen konstruiert wird.

Dialogic Teaching von Alexander (2008)

Fachliche Gespräche können im Schulalltag in vielfältigen Formen vorkommen: als Klassenunterricht (Lehrperson und Klasse), kollaborative Gruppenarbeit, Partnergespräche oder tutorielle Gespräche zwischen Lehrperson und Schülerin oder Schüler. In allen diesen Kontexten von Unterricht steckt ein diskursives Potenzial (Alexander, 2008, S. 40). Der Gebrauch der Sprache fordert in erster Linie ein Gegenüber. Alexander bezieht sich dabei auf Vygotskys Konzept der

Zone der nächsten Entwicklung ZNE (vgl. S. 44), wenn er betont, dass der Gebrauch von sorgfältig strukturierten (sprachlichen) Interventionen im Unterricht dazu dienen, die ZNE zu überbrücken, „the gap between the child’s existing knowledge and ways solving problems unaided and the understanding which can be attained only with the guidance of a teacher or a more capable peer“ (Alexander, 2008, S. 11). Er stellt jedoch auch fest, dass es weniger günstige oder sogar ungünstige (eben nicht dialogische) Kommunikationsmuster zwischen Lehrpersonen und Schülerinnen und Schülern oder zwischen Schülerinnen und Schülern gibt: z.B. enge, wenig authentische Fragen mit tiefem kognitivem Anspruchsniveau, Lob statt echtem Feedback mit diagnostischem und informativem Potenzial, *in* Gruppen anstatt *als* Gruppe arbeiten, stereotypes Initiation-Response-Evaluations-Muster (I-R-E⁶) u.v.m. (ebd., S. 14f.). In verschiedenen Studien darüber, wie das Gespräch für „das Lehren“ eingesetzt wird, konnten fünf Arten von Gespräch beobachtet werden, wobei die ersten drei deutlich überwiegen (ebd., S. 38f.):

1. Auswendig lernen [*rote*]: Das Eindrillen von Fakten, Konzepten und Abläufe durch konstante Wiederholung
2. Abfragen [*recitation*]: Die Anhäufung von Wissen und Verstehen durch Fragen, die den Abruf testen oder „die richtige“ Antwort stimulieren
3. Anleitung/Erläuterung [*instruction/exposition*]: Fakten, Prinzipien, Prozeduren erklären und sagen, was zu tun ist
4. Diskussion [*discussion*]: Austausch von Ideen mit der Absicht, Information zu teilen und Probleme zu lösen
5. Dialog [*dialogue*]: Erreichen eines gemeinsamen Verständnisses von Konzepten und Prinzipien durch strukturiertes, kumulatives Questioning, angeleitete gezielte Diskussion zur Verminderung von Risiko und Fehler

Alle Gesprächsarten haben ihre Berechtigung im Unterricht, sie verlangen jedoch einen angemessenen und sensitiven Gebrauch (Alexander, 2008). Gerade aus lerntheoretischer Sicht sind die letzten beiden jedoch verstärkt anzustreben. Der Dialog bzw. das *Dialogic Teaching* engagiert die Schülerinnen und Schüler darin, Ideen zu analysieren und zu prüfen, und informiert sowohl die Lehrperson als auch die Schülerinnen und Schüler über den Lernfortschritt sowie darüber, was für die Forcierung und Konsolidierung des Lernens noch notwendig ist. Dialogic Teaching ist in dem Sinne auch eine höchst adaptive Strategie, da im Dialog permanent angepasste Interventionen in Form von geeigneten anregenden Fragestellungen zur Verfügung gestellt werden, deren Bearbeitung jederzeit das aktuelle Verständnis bzw. den Lernprozess offenlegen und diesen voranbringen.

⁶ I-R-E: Die Lehrperson stellt eine Frage, eine Schülerin oder ein Schüler gibt eine kurze Antwort, die Lehrperson beurteilt die Antwort als richtig oder falsch. Der Begriff geht auf Mehan (1979) zurück (vgl. Michaels & O'Connor, 2013).

Alexander nennt fünf zentrale Charakteristiken von Dialogic Teaching (Alexander, 2008, S. 38):

1. Kollektiv [*collective*]: Lehrpersonen und Schülerinnen und Schüler bearbeiten Lernaufgaben zusammen als Gruppe oder Klasse.
2. Reziprok [*reciprocal*]: Lehrpersonen und Schülerinnen und Schüler hören aufeinander, teilen ihre Konzepte und Ideen und berücksichtigen Alternativen.
3. Unterstützend [*supportive*]: Schülerinnen und Schüler legen ihre Ideen klar und frei dar, ohne Angst vor Beschämung durch „falsche“ Antworten, und helfen einander, ein gemeinsames Verständnis zu erreichen.
4. Kumulativ [*cumulative*]: Lehrpersonen und Schülerinnen und Schüler bauen auf eigenen Konzepten und denjenigen der anderen auf und verknüpfen sie zu kohärenten „Denk- und Erkundungslinien“.
5. Zielgerichtet [*purposeful*]: Lehrpersonen setzen Dialogic Teaching mit dem Fokus auf bestimmte Ziele ein.

Diskussion und Dialog (Alexander verwendet für Letzteres auch den Begriff *scaffolded talk*) verlangen grössere Lehrkompetenz und höheres Fachwissen als andere Gesprächsarten (Alexander, 2008, S. 31). Dialogic Teaching erfordert ein Repertoire von Teaching Skills und Strategien: Fragen sollen so strukturiert sein, dass sie durchdachte, gedankenvolle Antworten auslösen. Die Antworten sind keine Endpunkte, sondern sollen wiederum weitere Fragen auslösen, sodass kohärente Denk- und Gesprächsketten entstehen. Die Fragen (oder eher Impulse) sollen auf das vorhandene Wissen abzielen, zum Nachdenken und Begründen führen und lautes Denken und Hypothesisieren ermöglichen. Des Weiteren soll eine angemessene Balance zwischen sozialen und kognitiven Zwecken des Gesprächs (Partizipation und Verstehen) angestrebt werden (vgl. S. 62: soziales und analytisches Scaffolding; zudem Williams & Baxter, 1996). Es müssen Gesprächsroutinen für unterschiedliche Kontexte etabliert werden, die weg vom klassischen Handaufheben und Aufrufen führen und wo auch die Schülerinnen und Schüler Fragen stellen, erklären und Ideen von anderen einfordern. Bedingung ist eine positive Fehlerkultur und diagnostisches, informatives Feedback, welches das Gespräch offenhält statt bewertet oder abschliesst. Schlussendlich muss Zeit für aktives Hören, Schauen, Überlegen und Evaluieren eingeräumt werden (Alexander, 2008, S. 42ff.). Insbesondere die letzten beiden Charakteristiken von Dialogic Teaching (Kumulation und Zielgerichtetheit) orientieren sich an inhaltlichen Aspekten und erfordern Fachwissen der Lehrperson (ebd., S. 50): Die Lehrperson braucht eine begriffliche Landkarte des Lerninhalts [*conceptual map*], um den Dialog so zu unterstützen, dass die zentralen Konzepte fokussiert werden. Die Lehrperson muss die Struktur

und Sequenzierung des Inhalts erfassen, sowie über die Kompetenz verfügen, individuelle Voraussetzungen und den aktuellen Verstehensstand im Lernprozess der Schülerinnen und Schüler bezüglich des Lerngegenstandes zu eruieren und entsprechende Scaffolds anzubieten (ebd.).

Mit dem Ausdruck *learning to talk, talking to learn* (Alexander, 2008, S. 10) als Kern von Dialogic Teaching zeigt Alexander die Wechselbeziehung von Diskurs und Lernen auf: Die Schülerinnen lernen, einen Diskurs zu führen, und erwerben gleichzeitig Wissen im und durch das Gespräch.

Exploratory Talk von Mercer (1996)

Ein ähnliches Konzept wie Alexander (2008) verfolgt Mercer (1996): Das Gespräch wird bei Mercer als ein sozialer Modus des Denkens [*social mode of thinking*] konzeptualisiert und in diesem Sinne als Werkzeug für die gemeinsame Konstruktion von Wissen aufgefasst (ebd., S. 374). Nach Mercer ist der Kern von Bildung im Allgemeinen zu lernen, wie Sprache zu nutzen ist, um Ideen zu repräsentieren, Erfahrungen zu interpretieren, Probleme zu formulieren und zu lösen (Mercer, 1995, S. 75). Laut Vygotsky hat Sprache eine psychologische Funktion, nämlich die des Denkens. Aber gleichzeitig hat sie auch die kulturelle Funktion des Kommunizierens: Die Sprache ist somit ein Mittel zur Transformation von Erfahrungen in kulturelles Wissen und Verständnis. Wissen ist demnach kein „persönlicher mentaler Besitz“, sondern ein „gemeinsamer Besitz“, der geteilt werden kann (ebd., S. 66). Die Anwendung von Vygotskys Konzept der (individuellen) ZNE (vgl. Kapitel 4.3) auf die Situation des Klassenunterrichts scheint paradox:

A problem with applying the concept of the Zone of Proximal Development to the school setting is that it seems to be predicated on the assessment of an individual's capabilities at one point in time, rather with a continuing process of guided development in a collective environment (Mercer & Littleton, 2007, S. 19).

Es wird deshalb ein erweitertes Konzept der ZNE eingeführt, die „intermentale Entwicklungszone“ [*intermental development zone, IDZ*]: „[T]he IDZ represents a continuing state of shared consciousness maintained by a teacher and learner, which is focused on the task in hand and dedicated to the objective of learning“ (Mercer & Littleton, 2007, S. 21). Die individuelle ZNE wird dabei auf einen gemeinsamen Verständnisraum erweitert, der Lernprozess der Klasse findet in dieser intermental Entwicklungszone statt (ebd.). Lernen wird hier weniger als Produkt der einzelnen Lernenden angesehen, sondern als gemeinsame Leistung, als das Produkt eines Interthinking-Prozesses (ebd., S. 22). Das Klassenzimmer stellt einen Raum von unterschiedlichen Settings dar, wo Wissen gemeinsam konstruiert wird:

The IDZ is meant to represent a continuing event of contextualized joint activity, whose quality is dependent on the existing knowledge, capabilities and motivations of both the learner and the teacher (Mercer & Littleton, 2007, S. 22).

Die Lehrperson muss Sprachtechniken und Führungsstrategien („spezifische Sprechweisen“) anwenden, um diese gemeinsame Wissenskonstruktion zu initiieren, anzuleiten und zu begleiten (Mercer, 1995, S. 25; vgl. auch Scaffoldingstrategien, S. 54, sowie „Talk moves“, S. 69). Durch ihre sprachlichen Äußerungen verfolgt die Lehrperson ihre Ziele: die Lernaktivität der Schüler in die angestrebte Richtung zu lenken und eine gemeinsam geteilte „Version“ des Wissens zu konstruieren (ebd.). Durch sprachliche und andere Mittel der Kommunikation wird die Bildung dieser IDZ durch die Lehrperson unterstützt und der Lernprozess darin gefördert (Mercer & Littleton, 2007). Lehreraussagen haben nach Mercer drei Funktionen bezüglich der Unterstützung der Schüler (1995, S. 25): (1) relevantes Wissen der Schüler eruieren, (2) auf Schüleraussagen eingehen, (3) die geteilten Erfahrungen beschreiben. Um das relevante Wissen zu eruieren (1), wird durch gezielte visuelle und verbale Hinweise und durch (Nach-)Fragen [*cued eliciting*] die Aufmerksamkeit auf den Gegenstand gelenkt, der mehr Überlegung, Klärung oder Verdeutlichung benötigt. Dies darf nicht mit dem I-R-E-Muster (vgl. S. 65) verwechselt werden (ebd., S. 29). Auf Schüleraussagen reagieren (2) kann die Lehrperson, indem sie Schüleraussagen bestätigt oder zurückweist, wiederholt, paraphrasiert, reformuliert oder elaboriert (ebd., S. 32f.). Die Lehrperson zeigt den Schülerinnen und Schülern die Kontinuität und Relevanz des geteilten Wissens auf (3), indem sie durch Wiederaufnehmen, Zusammenfassen, Rekapitulieren und Re-Interpretation der Erfahrungen, Fachbegriffe und Prozeduren aufzeigt, wie die verschiedenen Aktivitäten der Schülerinnen und Schüler zu ihrer Verstehensentwicklung beitragen (ebd.). Es muss betont werden, dass dies nicht nur durch die Lehrperson geschehen muss, sondern dass die Lehrperson solche Reaktionen auch von den Mitschülerinnen und Mitschülern einfordert. Die Schülerinnen und Schüler müssen für ein unabhängiges Verständnis auch in ihrer eigenen Sprache rekapitulieren, argumentieren oder elaborieren und so die eigene Sprache als sozialen Modus des Denkens nutzen (ebd., S. 38). Durch die Möglichkeit, mit anderen über die eigenen Gedanken zu sprechen, wird das Gespräch ein Mittel, die eigenen Gedanken zu entfalten und zu entwickeln. Durch Sprache wird das eigene Wissen herausgearbeitet. Das Wissen wird als diskutierbar [*arguable*] deklariert (ebd., S. 68). Mercer (1996, S. 369) prägt für diese Art des Gesprächs den Begriff *exploratory talk*. Durch die argumentative Struktur eines kritischen und konstruktiven Umgangs mit Ideen wird der Denk- bzw. Lernprozess (für andere) sichtbar gemacht.

Solche konstruktiven diskursiven Aktivitäten sind (ebd., S. 363):

- Ideen klar und explizit darlegen [*presenting ideas clearly and explicitly*]
- Ideen gemeinsam evaluieren [*jointly evaluating ideas*]
- Gemeinsames Argumentieren [*reasoning together*]
- Das Problem analysieren [*analysing the problem*]
- Mögliche Erklärungen vergleichen [*comparing possible explanations*]
- Entscheidungen treffen [*reaching decisions*]

Es kann davon ausgegangen werden, dass durch diese Art von Gespräch generalisierteres und prinzipielles Verständnis erworben wird (Mercer, 1996, S. 361). Das Wissen wird dadurch erklärbar und rechenschaftspflichtig [*accountable*] gemacht (Mercer, 1995, S. 8; vgl. auch Michaels, O'Connor & Resnick, 2007). Mercer hat Exploratory Talk als Gespräche zwischen Peers konzeptualisiert, verweist jedoch darauf, dass die Lehrperson diese Gespräche mit gezielten Übungen unterstützen soll (Mercer, 1995, 108ff.). Als Modell für Exploratory Talk kann das Klassengespräch dienen, das in dieser Weise durch die Lehrperson geführt wird. Die Gruppenstruktur bietet Gelegenheit für motivierende und leistungsfördernde kognitive Prozesse: das Aushandeln kognitiver Konflikte, vertiefte Elaboration durch gegenseitiges Erklären, Interaktion mit kompetenteren Anderen. Bedingung dafür sind „echte“ Gruppenaufgaben, die so komplex sind, dass sie nur in Kooperation lösbar sind (Kunter, 2005, S. 61f.).

Academically Productive Discussion von Michaels und O'Connor (2013)

Der gleichberechtigte Einbezug aller Schülerinnen und Schüler in eine produktive fachliche Diskussion stellt ein fundamentales Ziel des Klassengesprächs dar (Michaels et al., 2007). Dabei werden sogenannte *talk moves* als vermittelnde Werkzeuge eingesetzt, um dadurch ein produktives Klassengespräch und damit das Lernen zu fördern (Michaels & O'Connor, 2013, S. 334). Durch den Einsatz dieser Talk Moves soll die Konversation geöffnet werden, weg vom Abfragen hin zum Argumentieren. Die Schülerinnen und Schüler sollen dadurch befähigt werden, sich über ihre Ideen auszutauschen und sie kritisch zu hinterfragen. Produktive Diskussionen werden durch vier Ziele für die Lernenden charakterisiert (ebd., S. 338):

1. Eigene Ideen argumentativ zur Diskussion stellen [*helping individual students share their own thoughts*]
2. Die/den anderen verstehen wollen, mit eigenen Ideen verbinden [*helping students orient to and listen carefully to one another*]
3. Eigene Ideen argumentativ vertreten [*helping students deepen their reasoning*]
4. Auf andere Ideen eingehen, reagieren [*helping students engage with others' reasoning*]

Durch Sets von produktiven Talk Moves [*productive talk moves*] sollen diese Ziele anvisiert werden. So fordern bestimmte Talk Moves die Schülerinnen und Schüler heraus, ihre eigenen Aussagen zu explizieren und weiter auszuführen oder ihre Aussagen zu begründen (Michaels & O'Connor, 2013, S. 334). Folgende Liste zeigt einen Überblick über solche Talk-Move-Sets (Beispiele für konkrete Talk Moves in Klammer; Michaels & O'Connor, 2011, S. 12ff.):

- *Time to think*: Partnergespräche durchführen lassen, Schreiben als Denkzeit, Wartezeit nach Inputs/Fragen
- *Say more*: Aussagen ergänzen lassen („Was meinst du damit? Kannst du Beispiele sagen? Kannst du mehr darüber sagen? Erkläre noch genauer.“)
- *Verifying/clarifying by revoicing*: Aussagen klären („Habe ich dich richtig verstanden, dass ...? Meinst du das so ...?“)
- *Rephrase or repeat*: Schüleraussagen durch andere wiederholen lassen, in eigene Worte fassen, Partnermeinung aus Partnergespräch berichten
- *Asking for evidence or reasoning*: Begründungen und Beweise für Aussagen einfordern („Wie bist du darauf gekommen? Warum denkst du, dass ...? Gibt es etwas im Text (...), das dich dazu führt?“)
- *Challenge or counterexample*: Aussagen herausfordern, Gegenbeispiele („Ist das immer so? Wie ist es, wenn ...? Wie passt das zu ...?“)
- *Agree/disagree and why*: Einverständnis/Ablehnung begründen lassen („Warum bist du einverstanden? Siehst du das anders?“)
- *Add on*: Ergänzungen durch andere einfordern („Wer kann ergänzen? Kann jemand diese Idee weiterführen?“)
- *Explaining what someone else means*: Fremdmeinung erklären lassen („Erkläre in eigenen Worten. Warum sagt/tut XY das (so)?“)

Ein solcherart diskursiv ausgerichteter Unterricht – verbunden mit herausfordernden Aufgaben, mit sorgfältig orchestrierter lehrergeführter Diskussion – befähigt die Schülerinnen und Schüler, Argumentations- und Erklärungsarten und neue Repräsentations- und diskursive Werkzeuge zu entwickeln (Michaels & O'Connor, 2011). Es ist davon auszugehen, dass das gut strukturierte Gespräch die Denkfähigkeit aufbaut [*builds the mind*] (ebd., S. 2).

Reflektiver Diskurs von Cobb, Boufi, McClain und Whitenack (1997)

Das Konzept des *reflektiven Diskurses* (Cobb, Boufi, McClain & Whitenack, 1997) fokussiert auf die Abstrahierung der mathematischen Aktivität: Die mathematische Aktivität wird im reflektiven Diskurs objektiviert und dadurch zu einem expliziten Thema bzw. Objekt der Konversation, sodass das Klassengespräch die Schülerinnen und Schüler bei der Vergegenständlichung ihrer mathematischen Aktivität unterstützt. Im gemeinsamen reflektiven Diskurs verschiebt sich das explizite Thema von „realer“ mathematischer Aktivität zu generelleren Themen, die Realität wird mathematisiert, es findet durch den Diskurs eine Abstrahierung statt: Die

Teilnahme am Diskurs schafft Bedingungen für mögliches mathematisches Lernen, indem die Schülerinnen und Schüler ihre mathematische Aktivität reorganisieren und so Fortschritte in ihrem Verständnis machen können (ebd., S. 264). Die Lehrperson initiiert Verlagerungen des Themas der mathematischen Aktion zu einem expliziten Thema der Konversation. Sie muss Mittel finden, die Schülergedanken und -vorschläge, die aus der Schüleraktivität erwachsen, zu sammeln und symbolisch darzustellen, um deren wichtige Rolle für die kollektive Reflexion aufzuzeigen. Die Lehrperson reformuliert die Erklärungen der Schüler in einer den mathematischen Normen der Gesellschaft entsprechenden Sprache (Cobb, Wood & Yackel, S. 93).

Schlussfolgerung: Diskurs als Element adaptiver Lernunterstützung

In den beschriebenen Konzeptionen von Diskursen bzw. diskurs-orientierten Verständnissen von Lehren und Lernen werden Strategien, Techniken oder sogenannte Talk Moves aufgeführt, welche die Lehrperson einsetzt, um die Schülerinnen und Schüler an einen Klassendiskurs heranzuführen bzw. sie darin zu unterstützen und zu begleiten. Diese Strategien haben grosse Ähnlichkeit bzw. sind z.T. identisch mit Strategien, die in Scaffoldingkonzeptionen erscheinen (vgl. Kapitel 4.4), und mit instruktionalen Strategien (vgl. Kapitel 3.3.2), welche die kognitiven und metakognitiven Aktivitäten unterstützen. Mit der Metapher des Scaffoldings wird eine sehr interaktive adaptive Form der Lernunterstützung beschrieben. Ein solcherart geführter Diskurs gewährleistet die Ausrichtung auf die individuellen Voraussetzungen bzw. die Orientierung an der Zone der nächsten Entwicklung (vgl. Kapitel 4.3): Der Fokus wird nicht nur auf die aktuellen Möglichkeiten und Voraussetzungen der Schülerinnen und Schüler gelegt, sondern v.a. auf ihr Potenzial. Mit dem kontingenten Einsatz von Scaffoldingstrategien wird der Lernprozess innerhalb der ZNE gesteuert und begleitet, bis die Fähigkeit der Lernenden internalisiert ist und sie sich nun in einer neuen Zone der aktuellen Entwicklung befinden. In der folgenden Tabelle 3 sind unter dem Begriff *Diskursive Scaffolds* zusammenfassend Scaffoldingstrategien aufgeführt, die einen auf das Verständnis von mathematischen Konzepten zielenden Diskurs anregen bzw. begleiten und unterstützen.

Tabelle 3 Diskursive Scaffolds

Diskursive Scaffolds
<ul style="list-style-type: none"> • Gezielte verbale, visuelle, gestische Hinweise (Mercer, 1995; Hammond & Gibbons, 2005) • Hinweisreiches (Nach-)Fragen (Mercer, 1995; Williams & Baxter, 1996) • Schülerinnen und Schüler zum (gegenseitigen) Fragenstellen auffordern (Alexander, 2008; Williams & Baxter, 1996) • Schülerinnen und Schüler zum gegenseitigen Erklären auffordern (Alexander, 2008) • Schülerinnen und Schüler ermuntern, Ideen von anderen einzufordern (Alexander, 2008) • Diagnostisches, informatives, öffnendes Feedback geben (Alexander, 2008; Hammond & Gibbons, 2005) • Zum Ergänzen eigener und anderer Ideen auffordern (Michaels & O'Connor, 2011) • Verständnis von Aussagen klären (Michaels & O'Connor, 2011) • Wiederholen lassen, in eigene Worte fassen lassen (Michaels & O'Connor, 2011) • Fremdmeinung erklären lassen (Michaels & O'Connor, 2011) • Begründungen und Beweise einfordern (Michaels & O'Connor, 2011) • Einverständnis/Ablehnung einfordern und begründen lassen (Michaels & O'Connor, 2011) • Zeit für aktives Hören, Schauen, Überlegen und Evaluieren einräumen (Alexander, 2008; Michaels & O'Connor, 2011) • Denkprozesse erklären lassen (Williams & Baxter, 1996) • Fragen stellen, welche die Diskussion beleben, Ideen „herausfordern“ (Williams & Baxter, 1996; Michaels & O'Connor, 2011) • Zusammenfassen von Aktivitäten und Gesagtem (Williams & Baxter, 1996) • Umdeuten, umformen in mathematische Begriffe (Williams & Baxter, 1996) • Aufgabenstellung/Problemstellung für Gruppenarbeit: Ideen und Lösungsstrategien teilen, Denken erklären (Williams & Baxter, 1996) • Reflexion von Gruppenarbeiten in der ganzen Klasse mit Zeichnungen, Arbeitsmitteln (Williams & Baxter, 1996) • Metadiskussion über „mathematischen Diskurs“, „mathematisches Lernen“ führen, verschiedene Rollen übernehmen (<i>social scaffolding</i>) (Williams & Baxter, 1996) • Viele Möglichkeiten, Ideen auszutauschen, Denken darlegen, an und mit Arbeitsmitteln und Repräsentationen (<i>analytic scaffolding</i>) (Williams & Baxter, 1996) • Verbalisieren anregen (Gersten et al., 2009) • Lautes Denken anregen (Gersten et al., 2009)

Diese Scaffolds dienen nicht nur direkt der kognitiven Entwicklung der einzelnen Schülerinnen und Schüler, sondern befördern zudem einen Austausch zwischen den Schülerinnen und Schülern, der wiederum insbesondere für Schülerinnen und Schüler mit Lernschwierigkeiten für ihre Kognition zentral ist (vgl. Jordan et al., 2010; Montague, 2011; vgl. Kapitel 3.3.2). Diskursintensiver Unterricht fördert ein positives Klassenklima, das sich auf das Leistungsverhalten von schulleistungsschwachen Schülerinnen und Schülern günstig auswirkt (Bless, 2007). Der

Diskurs bzw. die eingesetzten diskursiven Scaffolds sind ein Mittel, um das vorhandene Vorwissen zu eruieren: Die Lehrperson nutzt dabei die in den Diskurs eingebrachten (und durch den Diskurs generierten) Schüleräußerungen, um das aktuelle Level des Verständnisses zu diagnostizieren. Darauf kann sie ihr Verhalten adaptiv anpassen, sodass sich der Lernprozess in der Zone der nächsten Entwicklung bewegt (vgl. Kapitel 4.3). Gerade in individualisiertem oder offenem Unterricht ist eine effektive Kommunikation nötig: die individuelle Arbeit bzw. Lösungs-/Arbeitsschritte planen, Aufgabenbeispiele besprechen, (Zwischen-)Ergebnisse vorstellen und diskutieren, wichtige Vorgehensweisen und Arbeitstechniken einführen/ausprobieren (Bönsch, 2009). Solche „kommunikativen Klammern“ (ebd., S. 140) sichern das Verständnis und die zielgerichtete Bearbeitung von Aufgaben. Durch die Gestaltung des Diskurses wird der Kern der Sache eingekreist und permanent fokussiert.

Zentrales Ziel des Diskurses in den beschriebenen Konzeptionen ist die (Ko-)Konstruktion von konzeptionellem Wissen. Ebenso steht bei den beschriebenen Scaffoldingkonzeptionen der Wissensaufbau als gemeinsame Leistung im Vordergrund (vgl. Kapitel 4.4). Wenn man das Konzept Scaffolding von der ursprünglichen Idee des Eins-zu-eins-Scaffoldings beim Problemlösen auf das Klassensetting erweitert, dann wird implizit der ganze Unterricht als Problemlöseprozess verstanden, der durch die diskursive Gestaltung des Unterrichts adaptiv unterstützt wird. Dieser Unterricht beinhaltet als Ausgangslage kognitiv herausfordernde Aufgabenstellungen (vgl. Kapitel 3.3.2), über welche die Schülerinnen und Schüler in ein Gespräch kommen. Durch bestimmte unterstützende Impulse, sogenannte diskursive Scaffolds oder Talk Moves (vgl. Tabelle 3), werden Vorwissen und Ideen der Schülerinnen und Schüler über Konzepte sichtbar und explizit gemacht. Durch die Externalisierung und damit den Austausch von Ideen wird gemeinsames Nachdenken gefördert. Die individuelle und eigenaktive Auseinandersetzung mit dem Lernstoff wird dadurch angeregt und ein Lernen in der persönlichen ZNE ermöglicht. Aus den individuellen ZNEs wird – durch den diskursiv gestalteten Unterricht – eine Art „gemeinsame“ ZNE gebildet. Mercer spricht dabei von der Bildung einer Intermentalen Entwicklungszone (im englischen Original: Intermental Development Zone, IDZ) (vgl. S. 67), die durch gemeinsames Nachdenken und Sprechen, sogenanntes Interthinking, erzeugt wird. Im diskursiven Unterricht wird so einerseits das (fachliche) Sprechen gelehrt und gelernt und andererseits dieses Sprechen für das Lernen genutzt: Die Schülerinnen lernen, einen fachlichen Diskurs zu führen (*learning to talk*) und erwerben gleichzeitig Wissen im und durch dieses Gespräch (*talking to learn*) (vgl. S. 67, Alexander, 2008; vgl. auch S. 62, analytisches und soziales Scaffolding bei Williams & Baxter, 1996). Durch den Diskurs werden die Aufgaben interaktiv und kollaborativ bearbeitet und bewältigt, sodass ko-konstruktiv Wissen aufgebaut

oder modifiziert wird. In diesem Sinn kann der Diskurs selbst als Aspekt von Scaffolding angesehen werden, indem der Diskurs eine Unterstützungsstruktur in der Klasse bildet (vgl. Kapitel 4.4.2, S. 62, Williams & Baxter, 1996). Der Diskurs stellt damit eine zentrale Basis für adaptive Lernunterstützung dar.

Es soll nun zum Abschluss des Kapitels 4, in dem Scaffolding und der Diskurs in der Klasse als zentrale Aspekte adaptiver Lernunterstützung dargestellt worden sind, die Effektivität von Scaffolding und adaptiver Unterstützung thematisiert werden (vgl. Kapitel 4.6).

4.6 Effektivität von adaptiver Unterstützung und Scaffolding

Untersuchungen zur Effektivität von Scaffolding und adaptiver Unterstützung sind aufgrund unterschiedlicher Konzeptualisierungen nicht ganz einfach zu vergleichen. Sie beziehen sich v.a. auf Beobachtungsstudien (van de Pol et al., 2010). Zudem wurde das Scaffolding-Konzept bisher vor allem in Eins-zu-eins-Tutoring-Situationen untersucht. Es ist deshalb schwierig, Effekte von Scaffolding systematisch zu vergleichen. In der Metastudie zur Effektivität von Scaffolding von van de Pol et al. (ebd.) zeigt sich, dass grundsätzlich eine gewisse Effektivität nachgewiesen werden konnte. Insbesondere liessen sich Effekte von Scaffolding im kognitiven und metakognitiven Bereich feststellen, jedoch weniger im affektiven Bereich (ebd.).

Drei Studien mit jeweils unterschiedlichem Fokus auf die Effektivität von Adaptivität und Scaffolding sollen hier stellvertretend erläutert werden.

Lernerfolg durch adaptive Planungs- und Handlungskompetenz der Lehrperson

Eine Studie analysierte Klassenunterricht in Biologie bezüglich der Effektivität der adaptiven Lehrkompetenz der Lehrpersonen (Beck et al., 2008). Die adaptive Lehrkompetenz, bestehend aus der Kombination von adaptiver *Planungs-* und *Handlungskompetenz*, trug zum signifikant höheren Lernerfolg bei (ebd., S. 125). Die Tendenz, dass adaptive Handlungskompetenz in der Primarstufe stärker mit dem Leistungszuwachs korrelierte als in der Oberstufe, wird dahingehend interpretiert, dass die adaptive Handlungskompetenz für die Primarstufe wichtiger ist als in der Oberstufe (ebd.). Adaptiv unterrichtende Lehrpersonen erreichten mit heterogenen Klassen grössere Lernfortschritte als wenig adaptiv unterrichtende Lehrpersonen. Es ist davon auszugehen, dass die adaptiv unterrichtenden Lehrpersonen den Unterricht besser auf die verschiedenen Bedürfnisse der Klasse ausrichteten, weil sie sich der unterschiedlichen Lernvoraussetzungen der Schülerinnen und Schüler bewusster waren (ebd., S. 128).

Lernzuwachs durch kontingente Interventionen

In ihrer eigenen Scaffolding-Studie nahmen van de Pol und Elbers (2013) eine Mikro-Perspektive auf Lehrer-Schüler-Interaktionen in Kleingruppen ein, um direkte Effekte von kontingenter Unterstützung zu erforschen. Eine Gruppe von Lehrpersonen wurde bezüglich Scaffolding trainiert. Der Unterricht von trainierten und untrainierten Lehrpersonen wurde videografiert. Analysiert wurden diejenigen Drei-Turn-Sequenzen, wo die Lehrperson mindestens eine unterstützende Intervention ausführte: Hier wurde der Level der Kontrolle der Lehrperson über den Lernprozess (als Mass für Fading und Transfer of responsibility) bestimmt (ebd.). Die Kontrolle war angemessen (kontingent), wenn sie mit geringem Verständnis der Schülerin oder des Schülers stieg (mehr Unterstützung, mehr Anleitung) oder mit steigendem Verständnis sank (weniger Unterstützung, offenere Fragen). Es zeigte sich, dass auch die untrainierten Lehrpersonen ein hohes Mass an kontingenten Mustern zeigten (62% vs. 83% bei trainierten). Kontingenz zeigte sich meist durch Erhöhen der Kontrolle bei geringem oder Teil-Anfangsverständnis. Die adäquate diagnostische Einschätzung des aktuellen Verständnisses war dabei zentral. Zwischen kontingenten Mustern und dem Lernerfolg konnte ein signifikanter positiver Zusammenhang festgestellt werden, jedoch nur dann, wenn die Schülerinnen und Schüler zu Beginn des Scaffoldingprozesses ein geringes Verständnis aufwiesen. Bei mittlerem und gutem Anfangsverständnis konnte kein Zusammenhang zwischen der Kontingenz der Lehrperson und dem Verständnis der Schülerinnen und Schüler gemessen werden (ebd., S. 39). Van de Pol und Elbers nehmen an, dass der Lernzuwachs vermutlich durch die Kontingenz des Kontrollzuwachses bei geringem Anfangsverständnis bestimmt ist. Nicht kontingenter Kontrollzuwachs („zu einfach“) und nicht kontingente Kontrollabnahme („zu schwierig“) sind ineffektiv und führen zu keinem Lernerfolg, weil dies die Verarbeitung von anderen, elaborierteren Informationen verhindert bzw. zu einem Verständniszusammenbruch [*comprehension breakdown*] führt (ebd., S. 40). Dass die trainierten Lehrpersonen in ihrer Studie noch besser abschnitten als trainierte Lehrpersonen in anderen von ihnen untersuchten Studien, führen die Autoren auf die besondere Elaboriertheit ihres spezifischen Trainings zurück (ebd., S. 39f.). Sie konnten somit nachweisen, dass eine kontingente Unterstützung durch die Lehrperson das anfänglich geringe Verständnis steigert und demnach Scaffolding als effektiv angesehen werden kann, um das Lernen von Schülerinnen und Schülern zu fördern. Ausserdem stellen sie bei den Lehrpersonen einen Förderbedarf in der korrekten Diagnose des Schülerverstehens fest, um die Adaptivität ihres Unterstützungsverhaltens zu verbessern.

Einige einschränkende Anmerkungen zum Konzept von van de Pol und Elbers (2013) sollen hier angeführt werden. Eine erste Anmerkung bezieht sich auf die Untersuchung von Scaffolding im Klassenunterricht: Obwohl sich die analysierten „Episoden“ im Klassenunterricht abspielen, werden nur Interaktionen zwischen Lehrperson und einer einzigen Schülerin bzw. einem einzigen Schüler analysiert, also Eins-zu-eins-Situationen. Die Wirksamkeit von Scaffolding wird somit jeweils auf eine Schülerin oder einen Schüler untersucht, auch wenn sie dies in einem Klassensetting erforschen. Eine weitere Anmerkung bezieht sich auf die Auswahl der zu analysierenden Situationen: Die untersuchten Situationen werden auf der Drei-Turn-Ebene analysiert, also nur ein Turn der Schülerin oder des Schülers sowie zwei Turns der Lehrperson. Zur Identifikation eines zu analysierenden Turns werden in den Lernprozess eingreifende „Interventionen“ der Lehrperson aufgesucht, z.B. eine inhaltliche Frage der Lehrperson (z.B. „Was war zuerst: x, y, z?“). Im Konzept des kontingenten Unterrichtens von van de Pol (2012, S. 85) wird zwischen Diagnose und Intervention unterschieden:

1. Diagnostische Strategien anwenden
2. Diagnose prüfen
3. Interventionsstrategien anwenden
4. Verständnis prüfen

In diesem Modell ist die Diagnose notwendiger Bestandteil des kontingenten Unterrichtens. Es muss die Frage gestellt werden, inwiefern auf der Basis der extrem kleinen Analyseeinheit tatsächlich das Kriterium der Intervention bzw. dann der Level der Kontrolle über die vier Schritte im Modell erfasst werden kann, denn bestimmte Fragen können sowohl als Intervention als auch als Diagnosebemühung interpretiert werden, um das bisherige Verständnis der Schülerin bzw. des Schülers festzustellen, um *darauf* eine Intervention durchzuführen.

Des Weiteren stellt sich die Frage, ob für die Einschätzung des Kontroll-Levels der Lehrperson (bzw. der Effektivität) die richtige bzw. falsche Schülerantwort als Kriterium für hohes bzw. tiefes Schülerverständnis sinnvoll ist. „Falsche“ Antworten werden damit eingeschränkt als Nichtverstehen interpretiert, was m.E. als eine reduktionistische Sichtweise anzusehen ist, denn die Antwort stellt (auch wenn sie „falsch“ ist) das teilweise Verstehen bzw. die bestmögliche Lösung der Schülerin oder des Schülers zum momentanen Zeitpunkt dar. Ob sich ein Lernzuwachs ausschliesslich in *einer einzigen* „richtigen“ Antwort messen lässt, muss ebenfalls bestritten werden. Diese Sichtweise steht auch im Widerspruch zu dem von van de Pol et al. selbst vertretenen Postulat von Scaffolding als Lehrmethode, die nicht nur auf das (richtige) Fertiglösen einer Aufgabe, sondern auf die Entwicklung des Kindes in seinen unterschiedlichen Facetten fokussiere (vgl. S. 56). In diesem Zusammenhang sind denn auch nicht alle rapportierten

Einschätzungen von Kontroll-Levels der analysierten Interventionen nachvollziehbar. Auch Smit und van Eerde (2013, S. 24) stellen infrage, ob das adaptive Lehrerverhalten auf einem solchen Mikrolevel wie in der Studie von van de Pol et al. untersucht werden kann, da Lernen Zeit brauche und die Adaptivität deshalb nur über längere Einheiten untersucht werden könne.

Steigerung der Diskursqualität durch Scaffolding

Ein weiterer Effekt in von Scaffolding geprägtem Unterricht bezieht sich auf die Diskursqualität in der Klasse. In solchem Unterricht wurde beobachtet, dass Schülerinnen und Schüler *mehr* sprechen als in traditionellem Unterricht und sich auch *qualitative Unterschiede* der Diskurse zeigen (Williams & Baxter, 1996, S. 32; vgl. S. 62). Diese Diskurse zeichneten sich durch ein gedankenvolles, ideenreiches, reflexives, bedeutungsvolles Miteinandersprechen aus, das auf den anderen Ideen aufbaut.

Es soll im Folgenden ein *Konzept der adaptiven Lernunterstützung ALU* vorgelegt werden (vgl. Kapitel 5). Der Begriff Adaptivität weist unterschiedliche Facetten auf. Dass Lehrpersonen mit angemessenen Instruktions- und Unterstützungsleistungen situativ flexibel auf aktuelle und individuelle Voraussetzungen der Lernenden in Lehr-Lernprozessen reagieren, kann als fundamentales Kernelement von Adaptivität genannt werden. Als Ergänzung zur Sichtweise, dass Adaptivität v.a. als *Kompetenz* auf der Lehrpersonenseite zu konzeptualisieren sei (z.B. Beck et al., 2008), wird hier hervorgehoben, dass sich die adaptive Kompetenz einer Lehrperson im konkreten Unterstützungsverhalten manifestiert. Adaptivität stellt so einen lernwirksamen Faktor insbesondere auf Seiten des *Unterrichtshandelns* als spezifisches Qualitätsmerkmal der Lernunterstützung dar. Das Konzept ALU integriert Erkenntnisse über „guten“ Unterricht für rechenschwache Schülerinnen und Schüler, insbesondere über inhaltliche und instruktionale Aspekte (vgl. Kapitel 3) sowie die Elemente Scaffolding und Diskurs (vgl. Kapitel 4).

5 ALU – ein Konzept der adaptiven Lernunterstützung

Mit dem Konzept der *adaptiven Lernunterstützung* (ALU) soll aufgezeigt werden, wie Lernprozesse im integrativen Mathematikunterricht adaptiv unterstützt werden können, damit bei allen Schülerinnen und Schülern Lernen in der Qualität stattfinden kann, wie sie im folgenden Zitat von Reusser (2006) beschrieben wird:

Je aktiver und selbstmotivierter, je problemlösender und dialogischer, aber auch je bewusster und reflexiver Wissen erworben resp. (ko-)konstruiert wird, desto besser wird es verstanden und behalten (Transparenz, Stabilität), desto beweglicher kann es beim Denken und Handeln genutzt werden (Transfer, Mobilität) und als desto bedeutsamer werden die mit dessen Erwerb verbundenen Lernerträge erfahren (Motivationsgewinn, Zugewinn an Lernstrategien, Selbstwirksamkeit) (S. 159).

Im „Didaktischen Dreieck“ bzw. Grundmodell der unterrichtlichen Dynamik (vgl. Abbildung 5; Reusser 2008, S. 225) wird der Zusammenhang zwischen Lerngegenstand, Lehrperson und den Lernenden mit den Verbindungslinien Kommunikations- und Unterstützungskultur, Lern- und Verstehenskultur sowie Ziel- und Stoffkultur aufgezeigt. In der Dynamik dieser drei „Kulturen“ findet Lernen statt.



Abbildung 5 Grundmodell der unterrichtlichen Dynamik - Didaktisches Dreieck (Reusser, 2008, S. 225)

Adaptivität kann als „Mittel“ der Lehrperson verstanden werden, diese Dynamik zu beeinflussen.

Das Konzept der adaptiven Lernunterstützung stellt ein Element auf der „Angebotsseite“ des Angebots-Nutzungs-Modells von Unterricht (vgl. S. 40) dar: Adaptive Interventionen verbessern das Angebot, und durch gesteigerte Adaptivität wird eine verbesserte Nutzung dieses Angebots durch die Schülerinnen und Schüler angestrebt. Unterstützung soll in diesem Sinne nicht ausschliesslich reaktiv verstanden werden, sondern beinhaltet antizipierendes und präventives Lehrverhalten. Der Begriff *Unterstützung* beinhaltet sowohl die *Initiierung und Steuerung* als auch die *Begleitung* von Lernprozessen.

Das Konzept ALU basiert auf folgenden sechs Grundprinzipien:

1. Adaptive Lernunterstützung zielt auf den eigenaktiven Erwerb von stabilem und flexiblem konzeptuellem Wissen ab.
2. Adaptive Lernunterstützung ist ein Qualitätsmerkmal von Unterricht im Allgemeinen und von individueller Lernunterstützung im Speziellen.
3. Adaptive Lernunterstützung zeigt sich in einem Zusammenspiel von geplantem und situativem Unterstützungsverhalten.
4. Adaptivität zeigt sich sowohl bezüglich des Fachinhaltes als auch in Instruktionsformen der Lernunterstützung.
5. Adaptive Lernunterstützung ist interaktiv ausgerichtet.
6. Adaptive Lernunterstützung zeichnet sich durch den Einsatz spezifischer Unterstützungsstrategien aus, die sich mit Scaffolding umschreiben lassen.

Adaptivität wird im Konzept ALU in einer relativ globalen Sicht als Element von Unterrichtsqualität konzipiert. Adaptive Lernunterstützung im verstehensorientierten integrativen Mathematikunterricht bezieht mathematisch-inhaltliche sowie instruktional-interaktive Aspekte ein (vgl. Kapitel 3.3), mit einem starken Bezug zu Scaffoldingstrategien (vgl. Kapitel 4.4) und zum Klassendiskurs (vgl. Kapitel 4.5). Eine situativ effektive Instruktion ist abhängig von der Aufgabe selbst wie von den Lernenden (Wood et al., 1976). Die Lehrperson bzw. deren Unterrichtsarrangement nimmt eine Moderationsfunktion zwischen Lernenden und dem Lerngegenstand ein (vgl. das didaktische Dreieck Reusser (2008); Abbildung 5), so muss Adaptivität immer auch auf den Lerngegenstand bezogen werden. Der Basisstoff stellt den zentralen Lerninhalt dar. Der Lerngegenstand birgt Verstehenselemente (vgl. S. 16; Drollinger-Vetter, 2011; Stern, 1998), die zwingend verstanden werden müssen, um weiterführende Problemstellungen lösen zu können. Adaptivität bedeutet, diese Verstehenselemente der mathematischen Konzepte zielgerichtet in einem didaktischen Setting aufzubereiten und durch ein reichhaltiges, kognitiv aktivierendes Aufgabenangebot und verschiedene Aktivitätsimpulse für die Schülerinnen und Schüler bearbeitbar zu machen (vgl. *Ziel- und Stoffkultur* im Didaktischen Dreieck). Die Lehrperson wählt kognitiv anregende Aufgaben, die das Vorwissen der Schülerinnen und Schüler „hervorlocken“ und eine eigenaktive Bearbeitung ermöglichen und erfordern. Sie setzt geeignete Arbeitsmaterialien und Veranschaulichungen ein, deren Strukturen für die Wissenskonstruktion genutzt werden. Sie antizipiert dabei mögliche Fehlerquellen. Sie nutzt verschiedene Sozialformen und unterstützt den Lernprozess durch intelligente Übungsformate, die Verstehen fördern. Die Gestaltung dieses Unterrichtsarrangements erfordert *didaktische Kompetenz und Sachkompetenz* (vgl. S. 42). In die Planung dieses *didaktischen Arrangements* bezieht die Lehrperson auch ihr Wissen über vergangene Lehr-Lern-Prozesse, spezifische Schwierigkeiten und

insbesondere unterschiedliche Lernvoraussetzungen ein, dies erfordert *diagnostische Kompetenz* (vgl. S. 42 sowie S. 55, Einsatz von diagnostischen Strategien im Modell von van de Pol et al., 2010).

Im Verlauf des aktuellen Lernprozesses einzelner oder mehrerer Schülerinnen und Schüler reagiert die Lehrperson auf eine konkrete Problemsituation, wenn Fehler auftauchen, sich Misskonzepte etablieren oder kein Konzeptwechsel stattfindet. Sie passt die Intensität und Art der unterstützenden Interventionen dem Verstehensverlauf angemessen an. Durch gezielte Impulse wird bei der *individuellen Unterstützung* das aktuelle Verständnis ermittelt und daran angeknüpft. Je nach Verlauf des Verstehensprozesses wird die Unterstützungsintensität erhöht oder verringert und die Verantwortung weniger oder mehr den Lernenden übergeben (vgl. Abbildung 3) – unter Verwendung entsprechender Scaffoldingstrategien. Die unterstützende Person interpretiert stets das Verhalten der Lernenden im Umgang mit dem Lerngegenstand. Dies basiert auf ihrer Theorie über die Fähigkeiten und Kompetenzen der Lernenden *und* auf ihrer Theorie über die Aufgabe bzw. den Lerninhalt. Der Erfolg oder Misserfolg der Lernenden bei der Bewältigung der Aufgabe bestimmt jederzeit den nächsten Level der Instruktion (Wood et al., 1976). Die Ziele und Handlungen entspringen direkt dem gegenwärtigen Prozess der tutoriellen Interaktion. Gleichzeitig bezieht die Lehrperson immer auch fachliches und didaktisches Wissen und Wissen über vergangene Lernprozesse ein. Jede individuelle Unterstützungssituation ist für sich genommen ein kleines didaktisches Arrangement, das nicht ausschliesslich reaktiv ist, sondern immer auch geplantes Verhalten beinhaltet, das auf dem Vorwissen der Lehrperson über die Materie und über die individuellen Voraussetzungen basiert. Die Lehrperson bezieht sowohl für die geplante Gestaltung des Unterrichts als auch in der situativen Lernunterstützung allgemeines Wissen über das Unterrichten in heterogenen Gruppen mit unterschiedlichen Lernvoraussetzungen und spezifisches Wissen über individuelle erschwerte Lernprozesse von Schülerinnen und Schülern ein.

Die adaptive Lernunterstützung wird als multidimensionales Konstrukt verstanden. Es bezieht sich auf den Lerninhalt und auf den aktuellen Verstehensprozess. Adaptive Lernunterstützung manifestiert sich sowohl in der Planung des didaktischen Arrangements als auch in der situativen individuellen Unterstützung bei der Durchführung des geplanten Unterrichts durch bestimmte adaptive Merkmale bzw. bestimmte *adaptive Handlungen*, insbesondere durch den Gebrauch von Scaffoldingstrategien (vgl. Kapitel 4.4): Lehrpersonen, die adaptive Lernunterstützung gewährleisten, gestalten mit allen Schülerinnen und Schülern einen mathematischen Diskurs auf hohem kognitiven Niveau, fokussieren permanent auf die zentralen mathemati-

schen Konzepte und Verstehenselemente und setzen dabei Arbeitsmittel adäquat ein. Fehlersituationen werden als Lernsituationen genutzt und Differenzierungsangebote für unterschiedliche Förderbedarfe bereitgestellt. Die adaptive Lernunterstützung wird deshalb als Zusammenspiel der folgenden sechs Adaptivitätsdimensionen zusammengefasst:

1. Kognitive Aktivierung
2. Diskursanregung
3. Zielgerichtetheit
4. Produktiver Einsatz von Arbeitsmitteln
5. Produktiver Umgang mit Fehlern
6. Differenzierung

Die Qualität der einzelnen Dimensionen bildet die adaptive Qualität der Unterrichtshandlungen bzw. Strategien der Lehrperson ab. Im Förderprogramm PRiMa findet das Konzept seine praktische Umsetzung (vgl. Kapitel 7). Die Adaptivitätsdimensionen bilden die Basis für das Analyseinstrument (vgl. Kapitel 8.5).

5.1 Adaptivität als kognitive Aktivierung

Da die aktuelle (konstruktivistische) Lehr-Lern-Forschung die Bedeutung des eigenaktiven und verstehensorientierten Lernens (Anknüpfen, Erweiterung/Umstrukturierung bestehender subjektiver Theorien) hervorhebt, sind die Lehrpersonen herausgefordert, den Unterricht weniger instruierend zu gestalten, sondern so, dass die Schülerinnen und Schüler sich mit dem Lerngegenstand aktiv geistig auseinandersetzen können (vgl. Beck et al., 2008). Lernende sollen durch den Unterricht „zum vertieften Nachdenken und zu einer elaborierten Auseinandersetzung mit dem Unterrichtsgegenstand“ angeregt werden (Lipowsky, 2015, S. 89).

Aus konstruktivistischer Sicht wird Lernen als ein konstruktiver, kumulativer, selbstgesteuerter, situativer, individuell unterschiedlicher, gleichzeitig auf die Interaktion mit anderen angewiesener Prozess des Aufbaus von Wissen und der Konstruktion von Bedeutung verstanden (Lipowsky, 2015, S. 73).

Kognitive Aktivierung als Anregung der Denk- und Verstehensprozesse wird in verschiedenen Konzeptionen als eine (Basis-)Dimension von effektivem Unterricht angesehen: „It has been firmly established that an important contributor to teacher effectiveness is the teacher’s ability to engage students in learning [...]“ (Jordan et al., 2010, S. 261; vgl. auch Klieme, Lipowsky, Rakoczy & Ratzka, 2006; Helmke, 2009; Lipowsky, 2015). Die Bedeutung der kognitiven Aktivierung insbesondere für den Mathematikunterricht wurde verschiedentlich empirisch bestätigt worden (Lipowsky, 2015; Krammer, 2009, S. 112).

Grundsätzlich ist die kognitive Aktiviertheit der Schülerinnen und Schüler nicht direkt beobachtbar, es geht hier auch deshalb um die Aktivierung als *Aktion* oder Strategie der Lehrperson und nicht um das *Ergebnis* ihrer Handlung, Massnahme oder Strategie. Gerade Übungssituationen oder der Fokus auf Algorithmen bergen die Gefahr der Anwendung von Prozeduren mit geringem Lernpotenzial. Durch angemessen hohes mathematisch-inhaltliches, kognitives Anspruchsniveau werden die Schülerinnen und Schüler zum produktiven Nachdenken und Überlegen aufgefordert. Sie lernen besonders effektiv durch herausfordernde Aufgabenstellungen, durch Evozieren kognitiver Konflikte und durch Reflexion der Unterschiede in mathematischen Ideen, Konzepten, Positionen, Interpretationen und Lösungen (Lipowsky, 2015, S. 90). Es werden Fragen oder Probleme gestellt, welche die kognitiv anspruchsvollen Aktivitäten des Vergleichens und Analysierens erfordern wie Beobachten, Erkunden, Beschreiben, Vergleichen oder Begründen eines Sachverhaltes oder einer Strategie. Die kognitive Aktivierung wird insbesondere durch Vermeiden von instruktionalen Erklärungen gefördert (Krammer, 2009, S. 114). Die Konfrontation der Schülerinnen und Schüler mit kognitiv aktivierenden Fragen kann mit der Scaffoldingstrategie Questioning (vgl. S. 54) umschrieben werden (vgl. auch Krammer, 2009). Die Schülerinnen und Schüler haben dadurch die Möglichkeit, substantielle Beiträge beizusteuern, und sind am Vorwärtsschreiten im Lernprozess beteiligt.

Dies steht auch in Übereinstimmung mit der Auffassung bezüglich der mathematischen Förderung, dass nicht Funktionstrainings (z.B. für die Wahrnehmung) durchgeführt, sondern die (mangelhaften) Kompetenzen direkt gefördert werden sollen (Moser Opitz & Freesemann, 2012) (vgl. auch Kapitel 5.3). Scherer und Moser Opitz (2010) fordern aktiv-entdeckendes Lernen und Kompetenzorientierung für alle Schülerinnen und Schüler, also auch und gerade für solche, die von Lernschwierigkeiten oder sogar Lernstörungen betroffen sind. Manchmal herrscht die Überzeugung vor, Schülerinnen und Schüler mit Lernschwierigkeiten würden v.a. durch Handeln lernen, dabei geht es jedoch nicht um ein blosses Agieren, z.B. das Lösen von Rechnungen mit Würfelmaterial: „Entscheidend ist nicht das Tun, sondern was sich die Kinder beim Tun denken!“ (Gaidoschik, 2014, S. 18). Dies bedeutet, dass die Lehrperson verantwortlich dafür ist, Lernanlässe für Eigenkonstruktion zu organisieren und am Vorwissen aller Schülerinnen und Schüler anzuknüpfen (Scherer & Moser Opitz, 2010). Die Effektivität von Lehrpersonen geht einher mit einer hohen kognitiven Aktivierung auch der Schülerinnen und Schüler mit Lernschwierigkeiten:

Our evidence suggests that the most effective teachers work more with their students with disabilities at higher levels of engagement. They also engage their other students at higher levels of thinking and responding, through dialogical interactions that feature questioning, providing cognitive extension and elaborate students' thinking (Jordan et al., 2010, S. 264).

Fragen, die genaues Nachdenken und Argumentieren fördern, stehen in einem Zusammenhang mit besserem sozialem und schulischem Erfolg (Radford et al., 2015).

Des Weiteren ist die Instruktion kognitiver Strategien Bestandteil der kognitiven Aktivierung (Montague, 2011). Gerade kognitive und metakognitive Aktivitäten der Schülerinnen und Schüler werden durch Scaffolding-Strategien besonders unterstützt (van de Pol et al., 2010). Durch eine genügend hohe kognitive Aktivierung der Schülerinnen und Schüler werden diese in ihre Zone der nächsten Entwicklung gelenkt, wo effektives Lernen stattfindet (vgl. Kapitel 4.3). Auch Lernen in der Klasse ist am effektivsten, wenn die Anforderungen dem Kompetenzlevel, auf dem sie alleine bewältigt werden könnten, voraus sind, aber innerhalb der Möglichkeit, sie mit Scaffolding zu lösen (Hammond & Gibbons, 2005). Die Lehrpersonen erhalten dadurch viel mehr Informationen über den Verstehehsstand bzw. allfällige Schwierigkeiten. Kognitive Aktivierung ist somit auch eine Diagnosestrategie (vgl. S. 55). Adaptivität zeigt sich in hoher kognitiver Aktivierung mit gleichzeitig hohem Support (ebd.).

5.2 Adaptivität als Diskursanregung

Die Sprache ist ein bedeutender Faktor für das Lernen und Lehren: „A culture, after all, is mediated by its language; and it is through language, especially spoken language, that teachers teach and children learn“ (Alexander, 2008, S. 5). Sprache ist das bedeutende Werkzeug für Interaktion. Geteiltes Wissen entsteht, indem Schülerinnen und Schüler sich über ihre Überlegungen austauschen und sie miteinander vergleichen, einander gegenüberstellen. In partizipativen Diskursen werden Schülerinnen und Schüler aufgefordert, ihre Denkweisen, Überlegungen und Verständnisse darzulegen und auf Beiträge anderer Schülerinnen und Schüler zu reagieren. Wie in Kapitel 4.4.2 dargestellt, werden im und durch das Gespräch neue Wissensstrukturen gebildet bzw. bestehende umstrukturiert, indem das Vorwissen an die Oberfläche geholt, bearbeitbar gemacht und mit neuen Sachverhalten konfrontiert wird. Kognitive Aktivierung (vgl. Kapitel 5.1) wird durch eine diskursive Unterrichtskultur befördert, in der sich die Lernenden intensiv über inhaltliche Konzepte und Ideen austauschen (vgl. Lipowsky, 2015; Krammer, 2009; Mercer, 1995; Jordan et al., 2010; Leiss, 2010).

Durch die Förderung des Diskurses würden die Schülerinnen und Schüler verstärkt bedeutungsvolle Mathematik betreiben können:

[I]t seems reasonable that requiring students to discuss and make sense of the mathematics they do would mitigate their tendency to ritualize school mathematics. If students discuss what they are doing, and that discussion is meaningful to them, so too will be the mathematics they discuss (Williams & Baxter, 1996, S. 36).

Gerade für diejenigen Schülerinnen und Schüler mit besonderem Förderbedarf ist die Interaktion mit den anderen Kindern und der Lehrkraft eine Bedingung für erfolgreiches Lernen (vgl. Kapitel 2.2; Montague, 2011). Die Lehrperson regt die Schülerinnen und Schüler zu einem mathematischen Diskurs in der Klasse oder Gruppe an und würdigt die Schülerbeiträge, nimmt sie auf und nutzt sie für den weiteren Lernprozess. Insbesondere regt sie den Austausch unter den Schülerinnen und Schülern über deren Konzepte gezielt an und vermeidet eine sogenannte „Pingpong-Kommunikation“ oder stereotype I-R-E-Muster (vgl. S. 65), die über die Lehrperson führen. Indem auf Schüleräußerungen keine abschliessende Evaluation der Lehrperson folgt, sondern in Form eines öffnenden Feedbacks Anschlusspunkte gebildet werden, wird ein Dialog eröffnet bzw. weitergeführt (vgl. S. 66). Die Schülerinnen und Schüler sind so diskursiv am Vorwärtsschreiten im Lernprozess beteiligt.

Die Lehrperson unterstützt durch ihr Gesprächsverhalten das mathematische Lernen gezielt (vgl. auch Kapitel 5.3), indem sie die mathematische Aktion zu einem expliziten Thema der Konversation macht. Je nach Gesprächsverlauf verlagert sie die Themen so, dass die Kinder ihr Verständnis reorganisieren können. Dazu benützt (und lehrt) sie Symbole, um mathematische Denkwege und den momentanen Stand des Wissens darzustellen und nachvollziehbar zu machen. Im gemeinsamen reflexiven Diskurs verschiebt sich das explizite Thema von „realer“ mathematischer Aktivität zu generelleren Themen, die Realität wird mathematisiert, und es findet eine Abstrahierung statt (vgl. S. 70). Der Prozess der Verfeinerung des eigenen konzeptuellen Verständnisses ist „fest verankert in einen sozialen Kontext, nämlich dem Diskurs der Lernenden über die Interpretation der Konzepte, und unter Nutzung anregender Materialien“ (Kunter, 2005, S. 56). Dabei entsteht auch eine Metadiskussion über das Sprechen über Mathematik [*talking about talking about mathematics*] (Cobb et al., 1993, S. 96; vgl. auch S. 67 Alexanders *learning to talk, talking to learn*).

Der adaptive Aspekt der Diskursanregung liegt insbesondere darin, dass im Diskurs die Wissensbestände „diagnostiziert“ und darauf aufbauend geeignete weitere Denkanstösse, Fragen oder Hilfen eingebracht werden können. Die Lehrperson und die Lernenden können sich so auf den jeweiligen Zuständen ihres Wissens und Verstehens über den Verlauf einer pädagogischen Aktivität abstimmen (Mercer & Littleton, 2007). Die Diskursanregung dient der Lehrperson somit auch als diagnostische Strategie (vgl. S. 55). Kooperation und Kommunikation unterstützen das individuelle Lernen, deshalb sollen solche Situationen ermöglicht werden (Leiss, 2010). Gerade im integrativen Unterricht mit sehr unterschiedlichen Voraussetzungen und Lernver-

läufen ist die Ermöglichung des gemeinsamen Lernens eine grosse Herausforderung: Das Postulat der Kompetenzorientierung für alle (Scherer & Moser Opitz, 2010, S. 17ff.) wird durch die Anregung eines mathematischen Diskurses gestützt.

Bei der Anregung eines kognitiv aktivierenden Diskurses werden wiederum die Scaffoldingstrategien angewendet (vgl. S. 66: *scaffolded talk* bei Alexander, 2008; S. 46: *scaffolding learning* als „Wissensaufbau als gemeinsame Leistung“ bei Mercer, 1995). Scaffolding stellt eine spezielle Art und Qualität von kognitivem Support dar, den eine kompetentere Person *durch Dialog* leistet, sodass das Kind eine schwierige Aufgabe bewältigen kann (vgl. Kapitel 4.4). Die zentrale adaptive Strategie des Scaffoldings ist in dem Sinne nur durch Diskurs möglich. Effektive Lehrpersonen aktivieren alle Schülerinnen und Schüler auf höherem Anspruchsniveau, indem sie dialogische Interaktionen gestalten, die Questioning, kognitive Erweiterungen und Elaborationen enthalten (Jordan et al., 2010). Mit dem kontingenten Einsatz von Scaffoldingstrategien wird der Lernprozess innerhalb der ZNE gesteuert und begleitet, bis die Fähigkeit der Lernenden internalisiert ist und sie sich nun in einer neuen Zone der aktuellen Entwicklung befinden.

Aus sonderpädagogischer Sicht soll hier angemerkt werden, dass der Diskurs sich nicht ausschliesslich auf das verbale Sprechen bezieht. Das Sprechen kann aus verschiedenen Gründen behindert sein (z.B. Unterrichtssprache als Zweitsprache, physische oder psychische Gründe). Der Diskurs beinhaltet auch nonverbale Aktivitäten (vgl. S. 50). Die Adaptivität der Lernunterstützung einer Lehrperson wird sich gerade dadurch auszeichnen, dass sie auch diesen Schülerinnen und Schülern mit eingeschränkter Sprachkompetenz die Teilnahme am Diskurs ermöglicht, z.B. indem sie geeignete Arbeitsmittel, Veranschaulichungen und Notationen (vgl. auch Kapitel 5.4) einsetzt, an denen etwas gezeigt, geschrieben oder vorgemacht und so ein Denkprozess dargelegt und zur Diskussion gestellt werden kann. Die Lehrperson kann den verbalen Anteil einer solchen Aktion übernehmen bzw. andere Schülerinnen und Schüler dazu anregen, den mathematischen Kern der Aktivität zu beschreiben oder begründen, sodass dieser nonverbale Anteil gleichberechtigt in den Diskurs integriert wird.

5.3 Adaptivität als kohärente Zielgerichtetheit

Rechenschwache Schülerinnen und Schüler haben spezifische Schwierigkeiten in zentralen Inhaltsbereichen der Grundschulmathematik. Der Erwerb dieser spezifischen Kompetenzen dieses sogenannten Basisstoffs ist zentral, da ohne diese Kompetenzen im Verlauf des Lernprozesses weitere Schwierigkeiten auftauchen (vgl. Kapitel 3.2; Moser Opitz & Freesemann, 2012; Freesemann, 2014).

Adaptivität zeigt sich deshalb in einer konsequenten Orientierung an den Basiskompetenzen bzw. Schlüsselqualifikationen: Die Lehrperson wählt gezielt Ziele und Inhalte aus (Scherer & Moser Opitz, 2010). Jeder mathematische Inhalt aus diesem Basisstoff weist einzelne Verstehelemente auf, die wiederum für den voranschreitenden Lernprozess zwingend verstanden werden müssen (vgl. S. 16; Drollinger-Vetter, 2011; Stern, 1998). Diese Kernprobleme stellen zentrale „Hürden“ dar, welche die Schülerinnen und Schüler überwinden müssen, um einen nächsten Verstehensschritt machen zu können. Gerade hier werden typische, nicht zufällige, sondern „logische“ Fehler gemacht. Deshalb ist es von grosser Wichtigkeit, diese Verstehelemente konsequent zu verfolgen, immer wieder präzise zu erarbeiten, zu reflektieren und anzuwenden. Zielgerichtetheit manifestiert sich in diesem Sinne in einer inhaltlichen Klarheit und kohärenten Strukturiertheit des Unterrichts: Die inhaltlichen Aspekte des Unterrichtsgegenstandes werden durch variantenreiche Aufgaben, Erklärungen und Erläuterungen sprachlich prägnant und verständlich, fachlich korrekt und inhaltlich kohärent dargestellt und entwickelt. Dabei werden Veranschaulichungen in Verbindung mit verschiedenen Repräsentationsformen verwendet (vgl. Kapitel 5.4), Abbildungen, Beispiele, Analogien und Metaphern eingesetzt, zentrale inhaltliche Punkte hervorgehoben und zusammengefasst, Gemeinsamkeiten und Unterschiede in Konzepten herausgearbeitet und schwierige Sachverhalte und Aspekte wiederholt aufgegriffen (Lipowsky, 2015, S. 81). Lipowsky verweist auf Studien, welche die Bedeutung der Strukturiertheit des Unterrichts durch Lehrerfragen, Zusammenfassungen und verbale Hervorhebungen aufzeigen (ebd., S. 79). Die Lehrperson ergreift Massnahmen und Handlungen, die geeignet sind, eine Verbindung zwischen dem Vorwissen der Lernenden und neuen Wissensselementen herzustellen und den Aufbau einer komplexen und geordneten Wissensstruktur bei den Lernenden zu erleichtern: Fragen und Strukturierungshinweise der Lehrperson lenken die Aufmerksamkeit der Schüler auf die relevanten Aspekte des Unterrichtsgegenstands, erleichtern einen Überblick über den Unterrichtsgegenstand und bieten gedankliche Verankerungsmöglichkeiten, sodass es den Lernenden leichter gelingt, ihr neues Wissen mit bereits vorhandenem zu verbinden (ebd., S. 83; Hammond & Gibbons, 2005). Es werden Zusammenhänge zwischen verschiedenen Aspekten des Unterrichtsinhalts hergestellt, wichtige Unterrichtsergebnisse zusammengefasst, Übersetzungen von Schülerbeiträgen in eine präzise Fachsprache geleistet. Die Unterstützungsleistungen führen sukzessive auf den Kern (vgl. S. 43). Der Unterricht weist dadurch eine inhaltliche Klarheit und eine kohärente und redundante Struktur auf. „Die didaktische Strukturierung des Unterrichts setzt einen sorgfältig geplanten Unterricht voraus und kann somit als wichtige Voraussetzung für angemessene Anforderungen an die Lernenden begriffen werden“ (Lipowsky, 2015, S. 78).

Diese adaptive Dimension steht in engem Zusammenhang mit dem Diskurs (vgl. Kapitel 5.2), denn gerade durch die Steuerung des Diskurses kann die Zielgerichtetheit für die Schülerinnen und Schüler verdeutlicht werden (vgl. S. 66): Relevante Schüleraussagen werden nicht einfach nur wiederholt, sondern paraphrasiert und reformuliert oder elaboriert (Mercer, 1995). Durch das Gespräch werden Kontext und Kontinuität aufgebaut, Vorwissen (re-)aktiviert, Bezüge zu früheren Diskursen hergestellt (ebd.). Die Lehrperson versucht, den Schülern aufzuzeigen, wie ihre verschiedenen Aktivitäten zu ihrer Verstehensentwicklung beitragen, sie zeigt die Kontinuität des geteilten Wissens auf durch Wiederaufnahmen, Rekapitulieren und Re-Interpretieren von vergangenen Erfahrungen, Fachbegriffen und Prozeduren (ebd.). Die Lernziele werden so für die Schülerinnen und Schüler transparent und deutlich erlebbar. Sie erkennen dadurch die Relevanz bestimmter Erkenntnisse. Der Diskurs ist zwar auch durch situative, improvisierende Merkmale geprägt, nichtsdestotrotz führt der Diskurs permanent auf den Kern der Sache bzw. dessen Verständnis: „The talk is improvisational but it has to lead productively to conceptual understanding“ (Michaels & O'Connor, 2011, S. 23). Durch adäquate didaktische Schritte, Fragen und Explizierungen zeigt sich eine permanente Fokussierung auf die mathematischen Verstehenselemente. Im Fokus steht die verstärkte Förderung konzeptuell vernetzten Wissens anstatt ausschliesslich prozeduralen, auf Formalia und Algorithmen ausgelegten Wissens (Leiss, 2007). Durch Hilfestellungen, die auf einer Stufenfolge von Impulsen basieren, werden die Schülerinnen und Schüler immer direkter auf den Kern der Sache hingeführt (ebd., S. 204). Die genannten Hilfestellungen – wie die Strukturierung des Unterrichts durch Lehrerfragen, Zusammenfassungen, Erklärungen, Erläuterungen, Übersetzungen und Reformulierungen in präzise Fachsprache – entsprechen effektiven instruktionalen Förderkomponenten (vgl. Kapitel 3.3.2) bzw. Strategien des Scaffoldings (vgl. Kapitel 4.4).

5.4 Adaptivität als produktiver Einsatz von Arbeitsmitteln

Arbeitsmittel ist ein übergeordneter Begriff für Lernmaterialien, die im Unterricht eingesetzt werden (Dienes-Blöcke, Lernkarten, Stellenwerttafel u.v.m.). Arbeitsmittel beinhalten unterschiedliche Funktionen und ihr Einsatz muss deshalb unter fachdidaktischen, lernpsychologischen und pädagogischen Gesichtspunkten erfolgen (Krauthausen & Scherer, 2007). Hier soll ein eingegrenzter Arbeitsmittel-Begriff verwendet werden: Es sind „Gegenstände“, die als Werkzeug zur Veranschaulichung und Anschauung dienen, mit denen gehandelt wird, um Mathematik zu betreiben (für eine ausführliche Begriffsklärung siehe ebd., S. 242ff.). Dazu werden hier auch Notations- oder Darstellungsformen gezählt, die verwendet werden, um Denkwege symbolisch zu protokollieren. Die Arbeitsmittel müssen mathematische Strukturen beinhalten,

insbesondere die Dezimalstruktur und „Kraft der Fünf“ (vgl. Kapitel 3.3), die dem Verständnis aufbauen dienen. Zentral bei der Verwendung von Arbeitsmitteln ist, dass sich die Schülerinnen und Schüler diese inhärenten Strukturen aneignen und für mathematische (auch gedankliche) Aktivitäten nutzen können. Die Lehrperson erarbeitet im Unterricht diese Strukturen. Es geht nicht darum, Arbeitsmittel nur dann einzusetzen, wenn „es nicht ohne“ geht, also zum Beispiel das Legen von Rechnungen mit Dienes-Blöcken, um zum richtigen Ergebnis zu kommen. Vornehmliches Ziel des Einsatzes von Arbeitsmitteln ist die Konstruktion von klaren, tragfähigen mentalen Repräsentationen und das mentale Operieren mit ihnen (Krauthausen & Scherer, 2007). Mathematisches Wissen bzw. mathematische Bedeutung wird durch sensomotorische *und* gedankliche Manipulation von erlebten realen mathematischen Objekten konstruiert (Cobb et al., 1997). Die Verinnerlichung der mathematischen Ideen, Strukturen oder Begriffe geschieht nicht automatisch durch den Gebrauch der Arbeitsmittel, sondern es bedarf eines konstruktiven Akts der Schülerinnen und Schüler (Krauthausen & Scherer, 2007). Arbeitsmittel sind ein Mittel zur Zahldarstellung, die Schülerinnen und Schüler bei der Entwicklung und Festigung des Zahlverständnisses und der Zahlbeziehungen unterstützen, und sie sind ein Mittel zum Rechnen, da unterschiedliche Zugänge oder Lösungswege gewählt und gezeigt werden können, und insbesondere auch Argumentations- und Beweismittel (ebd.): Die Schülerinnen und Schüler können erkannte Regelmäßigkeiten mit Arbeitsmitteln darlegen und Erkenntnisse beweisen. Der adäquate Einsatz von Arbeitsmitteln unterstützt so auch den mathematischen Diskurs (vgl. Kapitel 5.2).

Die Adaptivität in Bezug auf die Arbeitsmittel manifestiert sich dahingehend, dass die Lehrperson diejenigen Arbeitsmittel auswählt und erarbeitet, die dem Aufbau der Zahl- und Operationsstruktur dienen. Die zentrale Frage zur Auswahl des adäquaten Arbeitsmittels ist, welche geistigen Aktivitäten sich damit durchführen lassen (vgl. Kapitel 3.3; Scherer & Moser Opitz, 2010). Je nachdem, welche Lern- und Verstehensprozesse angestrebt werden, müssen andere Arbeitsmittel ausgewählt und eingesetzt werden. Problematisch ist z.B., wenn im Unterricht Arbeitsmittel eingesetzt werden, die das zählende Rechnen fördern (Moser Opitz & Freesemann, 2012). Adaptiver Umgang mit Arbeitsmitteln heisst, die im Arbeitsmittel bzw. in der Handlung enthaltenen Strukturen (sowie deren strukturelle Mehrdeutigkeit!) bewusst zu machen und sie nicht nur als Hilfsmittel für Prozeduren zu nutzen. Die adaptive Kompetenz der Lehrenden bezieht sich hiermit auf die fachdidaktisch-kritische Reflexion von Hilfsmitteln und -massnahmen (Scherer & Moser Opitz, 2010), die sich in deren produktivem Einsatz zeigt.

5.5 Adaptivität als produktiver Umgang mit Fehlern

Sowohl in individuellen Schülerarbeitsphasen als auch während des öffentlichen Unterrichts treten in der Bearbeitung von Lerninhalten Schwierigkeiten auf, einzelne oder mehrere Schülerinnen und Schüler wissen nicht weiter, der Lern-/Lösungsprozess stockt oder gerät in eine „Sackgasse“. Fehlersituationen sind vielleicht *die* Unterstützungssituationen par excellence, und Scaffolding wurde insbesondere für (noch) fehlerhafte Lernprozesse konzipiert. Adaptivität kann deshalb als zentrales Qualitätsmerkmal gerade für solche Lernsituationen angesehen werden. Fehler besitzen oft eine Regelhaftigkeit, sie sind nicht zufällige Fehlleistungen (Lorenz, 2003; Jost, Erni & Schmassmann, 1992). Fehler werden nicht als Folge von Unwissenheit oder Zufällen aufgefasst, sondern als Ergebnis vorheriger Erfahrung im Unterricht (Grissmann, 1996). Fehler stellen logische Schritte im Lernprozess dar. Ein Fehlerpotenzial liegt in der „Natur der Sache“: Es müssen zentrale Verstehenselemente angeeignet werden (vgl. Kapitel 5.3). Das Auftreten eines Fehlers kann die Manifestation eines kognitiven Konflikts darstellen (Krammer, 2009). Produktiver Umgang mit Fehlern bedeutet, einen Fehler als Gelegenheit für den Lernprozess zu nutzen und ihn nicht einfach nur zu korrigieren. Die Denkprozesse (auch „falsche“) werden als Problemlösestrategien eigener Art aufgefasst, durch die ein Kind (mathematische) Bedeutung konstruiert. Die Lehrperson erkennt das Lernpotenzial solcher Situationen und reagiert mit adäquaten Unterstützungsangeboten oder -methoden aus ihrem Repertoire für individuelle Denkanregung. Sie unterstützt nach dem Prinzip der minimalen Hilfe und verfolgt wiederum konsequent die Hürde, den Kern (vgl. Kapitel 5.3).

Der adaptive Aspekt dieser Dimension kann in diesem Sinne als Kompetenz der Lehrperson gesehen werden, Fehler als Bestandteil von Lernprozessen produktiv einzubeziehen (Scherer & Moser Opitz, 2010). Diese Dimension beschreibt, inwiefern Fehlern eine positive Bedeutung beigemessen wird und die Lehrperson den Schülerinnen und Schülern implizit oder explizit vermittelt, dass Fehler nichts Schlimmes, sondern etwas Interessantes und „Sinnvolles“ sind. Es geht dabei um die Etablierung einer positiven Fehlerkultur in der Klasse (Alexander, 2008). Die Schülerinnen und Schüler sind an der Entwicklung des Lösungsprozesses beteiligt und können daran unzutreffende Denkweisen erkennen und korrigieren bzw. zutreffende Denkweisen schärfen und explizieren. Fehler werden als Ausgangspunkt für weitere Überlegungen und Denkprozesse eingesetzt, sie stellen in diesem Sinne auch eine kognitive Aktivierung dar (Krammer, 2009; vgl. Kapitel 5.1). Hier kommen die Scaffolding-Strategien wie Feedback, Hinweise geben, Instruktion, Erklären, Modeling und Questioning (vgl. S. 55) und die von vielen Autorinnen und Autoren genannten zentralen Aspekte – Abstimmung der Unterstützung auf

den aktuellen Kompetenzlevel, graduelles Zurücknehmen der Unterstützung und graduelle Erhöhung der Verantwortung an die Lernenden auf der Basis der Lernentwicklung – besonders deutlich zum Tragen (vgl. Kapitel 4.4.1). Die vorübergehend zur Verfügung gestellte Unterstützung basiert auf der Analyse, unter welchen Bedingungen eine Aufgabe gemeistert wird, die alleine nicht gemeistert werden kann (Wood, 2001). Die Bearbeitung von Fehlern stellt einen kollaborativen und konstruktiven Prozess dar, dabei wird die Perspektive der Lernenden permanent einbezogen, die Aktionen und Reaktionen der Lehrperson beziehen sich auf das Antwortverhalten der Lernenden (ebd., S. 282). Dabei spielt die Abstimmung von diagnostischen Strategien der Lehrperson mit adäquaten Interventionen eine zentrale Rolle (vgl. Kapitel 4.4): Auf der Basis der durch den Einsatz von diagnostischen Strategien wie z.B. Fehleranalyse, lautes Denken der Schülerin oder des Schülers, Beobachten und Hören der kindlichen Handlungen und Aussagen etc. gewonnenen Einsichten in die kognitiven Prozesse der Kinder (Lorenz, 2003; Grisseman, 1996) werden die Konstruktionsprozesse genau analysiert, um anschliessend durch didaktische Mittel die Schülerin oder den Schüler adäquate Handlungsstrukturen und Vorstellungen modifizieren zu lassen. Dabei überprüft die Lehrperson das Verständnis permanent. Die Diagnose und die Förderung laufen gleichzeitig ab und sind eigentlich nicht zu trennen: Jeder Förderschritt ist mit der genauen Beobachtung des Kindes und der Diagnostik seines Lernprozesses verbunden, aufgrund derer der nächste Förderschritt eingeleitet wird. Fehler beinhalten ein kognitives Aktivierungspotenzial (vgl. Kapitel 5.1), an ihnen können gezielt mathematische Konzepte erarbeitet und modifiziert werden (vgl. Kapitel 5.3). Schwierigkeiten und Fehler sind Aufhänger für einen vertieften mathematischen Diskurs (vgl. Kapitel 5.2) und können gemeinsam in der Klasse oder in der individuellen Arbeitsphase mit der Lehrperson bearbeitet werden. Der Problemlöseprozess wird durch adäquate Arbeitsmittel unterstützt (vgl. Kapitel 5.4).

5.6 Adaptivität als Differenzierung

Nicht nur in integrativen Klassen besteht eine grosse Heterogenität bezüglich der Lernvoraussetzungen und Kompetenzen. Schülerinnen und Schüler weisen unterschiedliche Leistungsniveaus auf. Um alle Schülerinnen und Schüler individuell zu fördern, aber dennoch gemeinsame Lernanlässe zu pflegen (vgl. Kapitel 2.2), sollten Aufträge Differenzierungsmöglichkeiten beinhalten. Natürliche Differenzierung erlaubt die Bearbeitung eines Lerngegenstandes auf unterschiedlichem Anspruchsniveau (Feuser, 1989). Die Lehrperson variiert Schwierigkeiten von Aufträgen und gibt Möglichkeiten zur Selbstdifferenzierung, indem Schülerinnen und Schüler z.B. Präferenzen bei Arbeitsmitteln festlegen können. Sie entwickelt passende

Unterrichtsangebote für die Schülerinnen und Schüler auf unterschiedlichen Lern- und Entwicklungsniveaus (Moser Opitz, 2007) und initiiert variable Lernwege (Bönsch, 2009). Wiederum geht es nicht um eine didaktische Reduktion z.B. im Sinne einer kleinschrittigen prozedurorientierten Instruktionsweise oder der Beschränkung auf einen bestimmten Bereich des Zahlenraums, sondern um eine differenzierte, aber gleichermassen verstehensorientierte und kognitiv anregende Auswahl der Ziele und Inhalte (vgl. Scherer & Moser Opitz, 2010, S. 17; vgl. Kapitel 5.1). In integrativen Schulungsformen wird manchmal die Befürchtung geäußert, die fortgeschrittenen Schülerinnen und Schüler würden zu wenig gefördert. Auch erfolgreiche Lernprozesse enthalten das Potenzial für weiterführende Lernprozesse. Die Lehrperson erkennt diese Lernpotenziale bei fortgeschrittenen Schülerinnen und Schülern und unterstützt diese aktiv für weiterführende Lernprozesse. Wie bei der Bearbeitung von Fehlern (vgl. Kapitel 5.5) sind die Schülerinnen und Schüler an der Entwicklung weiterer Lernprozesse beteiligt und werden zu vertiefenden Erkenntnissen herausgefordert. Dafür werden Scaffoldingstrategien differenziert eingesetzt. Auch bei der Differenzierung als Adaptivitätsdimension geht es um die Variation der Menge bzw. Stärke der Unterstützung (vgl. Leiss, 2010), also um Contingency (vgl. van de Pol et al., 2010; Kapitel 4.4.1). Differenzierung ist situations- und lernzielgebunden (vgl. S. 13). In der vorliegenden Konzeption wird (Lern-)Unterstützung als Unterrichtsangebot verstanden, das „in Menge und Stärke variiert“. Teamteaching mit der Schulischen Heilpädagogin oder die Begleitung einzelner Schülerinnen und Schüler oder einer kleinen Gruppe bieten eine geeignete Möglichkeit, adaptiv zu differenzieren. In dieser Dimension wird die Adaptivität in Form von differenzierten Lernangeboten oder -formen aufgefasst und beschreibt das Ausmass an Differenzierungsangeboten.

5.7 Zusammenfassung Adaptivitätsdimensionen

Bevor grundsätzliche Fragen zur Förderung der adaptiven Lernunterstützung (Kapitel 6) und die Umsetzung in ein adaptiv orientiertes Unterrichtsprogramm (Kapitel 7) dargelegt werden, sollen hier zusammenfassend die sechs Adaptivitätsdimensionen des Konzepts der adaptiven Lernunterstützung (ALU) tabellarisch dargestellt werden (vgl. Tabelle 4):

Tabelle 4 Adaptivitätsdimensionen des Konzepts ALU

Adaptivitätsdimensionen ALU	
Kognitive Aktivierung: z.B. Jordan et al., 2010; Lipowsky, 2015; Krammer, 2009;	<p>Adaptivität in Form einer hohen kognitiven Aktivierung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kompetenzorientierung • Anregung des produktiven Denkens • Förderung der Eigenkonstruktion
Diskursanregung: z.B. Montague, 2011; Alexander, 2008	<p>Adaptivität in Form eines diskursiven Unterrichts</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wissenserwerb durch Austausch und Reflexion der Denkprozesse • Anregung zu einem mathematischen Diskurs in der Klasse oder Gruppe • Diagnostische Basis für didaktische Interventionen der Lehrperson
Zielgerichtetheit: z.B. Moser Opitz & Freseemann, 2012; Drollinger-Vetter, 2011	<p>Adaptivität in Form von Zielgerichtetheit</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fokus auf Basisstoff • Fokus auf den mathematischen Kern und Verstehenselemente • Kohärente und redundante Struktur des Unterrichts
Produktiver Einsatz von Arbeitsmitteln: z.B. Krauthausen & Scherer, 2007; Gersten et al., 2009	<p>Adaptivität in Form eines verstehens- und zielorientierten Einsatzes von Arbeitsmitteln, Veranschaulichungen und Notationen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fokus auf Verständnis der Struktur der Arbeitsmittel • Angemessene Auswahl von Arbeitsmitteln für bestimmte Lernprozesse
Produktiver Umgang mit Fehlern: z.B. Wood et al., 1976; Scherer & Moser Opitz, 2010, Krammer, 2009	<p>Adaptivität in Form von situativen Unterstützungsformen bei Verständnisproblemen oder Fehlern</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fehler als Lerngelegenheit für den Lernprozess • Prinzip der minimalen Hilfe • Eigenaktivität bei der Entwicklung des Lösungsprozesses

Differenzierung:
z.B. Feuser, 1989;
Bönsch, 2009

Adaptivität in Form von differenzierten Lernangeboten oder -formen

- Gemeinsame Bearbeitung eines Lerngegenstandes auf unterschiedlichem Anspruchsniveau
 - Ausmass an Differenzierungsangeboten
-

Alle diese sechs Dimensionen der Adaptivität sind als Gesamtheit zu verstehen: Jede Dimension steht jeweils in Beziehung zu den anderen Dimensionen. Isoliert betrachtet können sie nicht per se als adaptives Verhalten angesehen werden. Sie stellen Anknüpfungspunkte dar, von denen aus das Konzept Adaptivität entfaltet werden kann. So sind auch die zentralen Scaffoldingstrategien und -merkmale in allen Dimensionen enthalten und nicht auf die traditionellen Eins-zu-eins-Unterstützungssituationen bei Problemen reduziert. Die Aufgliederung der Adaptivität in einzelne Dimensionen dient einerseits der Umsetzung in ein Förderprogramm in Form von „adaptiv designten Lektionen“ (vgl. Kapitel 7), andererseits der fokussierten Untersuchung des performten adaptiven Unterrichtsverhaltens gerade auch im Hinblick auf die Verbesserung einzelner Verhaltensaspekte der Lehrperson. Die Dimensionen stellen somit Indikatoren für das Konstrukt Adaptivität dar. Für die Videoanalyse des adaptiven Verhaltens werden die einzelnen Dimensionen durch weitere Indikatoren spezifiziert (vgl. Kapitel 8.5.4).

6 Förderung der adaptiven Lernunterstützung

Adaptivität wird als Qualitätsmerkmal von Unterricht mit heterogenen Lerngruppen angesehen und stellt eine Voraussetzung für angemessenen Umgang mit Individualität und Heterogenität im schulischen Unterricht dar. Sie gilt als Bedingungsfaktor schulischer Leistungen (vgl. Kapitel 4). Sie kann als eine Kompetenz der Lehrperson verstanden werden, auf heterogene Lerngruppen zu reagieren und ein Lernangebot zu machen, das allen Schülerinnen und Schülern gleichermaßen erlaubt, an ihrem Vorwissen anzuknüpfen und darauf konzeptuelles Wissen und Kompetenzen aufzubauen und zu erweitern.

Im Konzept der adaptiven Lernunterstützung ALU (vgl. Kapitel 5) wurde dargestellt, dass sich Adaptivität sowohl auf inhaltliche als auch instruktionale Aspekte bezieht und sich in der (geplanten) Gestaltung des Unterrichtsangebots sowie in situativen Unterstützungssituationen manifestiert. Insbesondere zeigt sich dies in der Gestaltung des Diskurses über einen Lerninhalt, über eine Aufgabenstellung. Um einen produktiven, den Lernprozess unterstützenden Diskurs zu initiieren und um fehlerhaft verlaufende Lernprozesse adaptiv zu unterstützen, ist der Einsatz von vielfältigen Strategien notwendig. Dies verlangt von der Lehrperson eine hohe Kompetenz. Verschiedentlich wird festgestellt, dass diesbezüglich ein Förderbedarf bei den Lehrpersonen besteht (vgl. Montague, 2011; Krammer, 2009; Knierim, 2008; Michaels & O'Connor, 2013; Tharp & Gallimore, 1988; Kapitel 4.5).

Dies führt zur Frage, wie Lehrpersonen die adaptive Lernunterstützung, wie sie im Konzept ALU dargestellt wurde, umsetzen können. Welche Unterstützung benötigen Lehrpersonen, um die Lernunterstützung adaptiv(er) zu gestalten, um so Schülerinnen und Schüler differenzierter und adaptiver zu fördern?

Verschiedene Studien konnten nachweisen, dass Lehrpersonen bezüglich bestimmter Aspekte von Adaptivität „trainiert“ werden können – z.B. die adaptive Planungs- und Handlungskompetenz (Beck et al., 2008), den Einsatz von Scaffoldingstrategien (van de Pol & Elbers, 2013), den Einsatz von Talk Moves (Michaels & O'Connor, 2013) oder den Einsatz spezifischer Scaffoldingstrategien (Smit & van Eerde, 2013). Diese „Trainings“ sind vielfältig aufgebaut: Sie umfassen schriftliche theoretische Unterlagen sowie Praxisanweisungen, Kurse, Videomaterial mit Unterrichtsbeispielen zum Selbststudium und/oder unterrichtsbegleitendes Coaching.

Grundsätzlich geht man bei Lernprozessen von Erwachsenen ebenfalls von konstruktivistischen Theorieansätzen aus: Auch das Lernen von Lehrpersonen ist ein sozialer Austauschprozess, wobei an bestehenden Kognitionen angeknüpft wird (Lipowsky, 2011, S. 398). Lern- und Weiterbildungsangebote sollten sich demnach an den alltäglichen komplexen Erfahrungen der

Lehrpersonen orientieren. Eine besondere Herausforderung des Lernens von Lehrpersonen bedeuten der permanente Entscheidungs- und Handlungsdruck sowie Zielkonflikte, mit denen sie im Berufsalltag konfrontiert sind. Das Lernen von Lehrpersonen kann wiederum aus der Perspektive eines Angebots-Nutzungs-Modells betrachtet werden (vgl. S. 40): Eine Weiterbildung oder ein Training stellt dann ein Lernangebot dar, das durch die Lehrperson auf eine bestimmte Art genutzt wird, abhängig von verschiedenen Faktoren wie z.B. der Qualität des Angebots, persönlichen und kontextuellen Faktoren. Der Erfolg eines Trainings oder einer Fortbildung lässt sich dann auf drei Ebenen beobachten: als Veränderung der Lehrerkognitionen (professionelles Lehrerwissen und Überzeugungen) und der affektiv-motivationalen Voraussetzungen, als Veränderung des unterrichtspraktischen Handelns und als Beeinflussung des Schulerfolgs (Leistung, Motivation etc.) der Schülerinnen und Schüler (ebd., S. 400). Auf der Grundlage von Studien zur Fortbildung von Lehrkräften (z.B. Lipowsky, 2011) wird angenommen, dass Klassen, deren Lehrkräfte eine intensivere Begleitung zusätzlich zu Materialien erhalten, grössere Leistungsfortschritte aufweisen als die Klassen, deren Lehrkräfte nur die Materialien erhielten (vgl. Pfister et al., 2015b). Ausserdem wird davon ausgegangen, dass es nicht eine bestimmte erfolgreichere Methode gibt: Voraussetzungen für Veränderungen von Einstellungen, Überzeugungen und handlungspraktischen Kompetenzen sind laut Lipowsky (2011):

vielfältige, herausfordernde Lerngelegenheiten, die es der Lehrperson ermöglichen, die Handlungswirksamkeit und Reichweite eigener Überzeugungen zu erkennen, die es ihr erlauben, erworbene Kompetenzen in vielfältiger Weise zu trainieren und anzuwenden und auf ihre Wirkungen zu überprüfen und die den Aufbau eines breiten, flexibel anwendbaren Handlungsrepertoires unterstützen (S. 409).

Empirisch kann die Wirksamkeit von Lehrerfortbildungen partiell bestätigt werden, jedoch schränken gemäss Lipowsky (2011) mangelnde Stichprobenrepräsentativität und ungenügende Kontrolle der Ausgangsbedingungen die Ergebnisse ein.

Für diese Studie wurde ein Unterrichtsprogramm entwickelt, das die Lehrpersonen in ihrem Unterricht einsetzen (vgl. Kapitel 7). Das Förderprogramm und die Einführung bzw. Begleitung während der Intervention stellen ein Lernangebot für die Lehrpersonen dar. Es soll Lehrpersonen darin unterstützen, ihren (integrativen) Mathematikunterricht adaptiv zu gestalten, sodass alle Schülerinnen und Schüler konzeptionelles Wissen aufbauen und entwickeln können. Die Lehrpersonen wurden in zwei Varianten instruiert. Auf den Ablauf der Instruktion und auf die Begleitung der Lehrpersonen während der Intervention wird im methodischen Teil eingegangen (vgl. Kapitel 8.4).

7 PRiMa – ein Förderprogramm für den integrativen Mathematikunterricht

Auf der Basis von Erkenntnissen zu effektivem Mathematikunterricht und zur adaptiven Lernunterstützung wurde das integrativ ausgerichtete Förderprogramm PRiMa (**P**roduktives **R**echnen im **i**ntegrativen **M**athematikunterricht) entwickelt. Es ist auf zwei in der Schweiz häufig verwendete Schulbücher für den Mathematikunterricht in dritten Klassen abgestimmt: das *Schweizer Zahlenbuch 3* (Wittmann & Müller, 2008) sowie *Mathematik 3 Primarstufe* (Autorenteam, 2012).

7.1 Ziele und Aufbau des Programms

Das Förderprogramm strebt folgende Ziele an:

- Schülerinnen und Schüler mit und ohne besonderem Förderbedarf gemeinsam fördern
- Schülerinnen und Schüler differenziert fördern
- Mit rechenschwachen Schülerinnen und Schülern den mathematischen Basisstoff aufarbeiten und vorhandene Lücken schliessen
- Generalisiertes, konzeptionelles Wissen erwerben
- Lernprozesse adaptiv unterstützen
- Den mathematischen Diskurs fördern

Das Förderprogramm besteht aus einem Angebot an Fördereinheiten und entsprechenden Materialien zum Basisstoff (vgl. Kapitel 3.2) für den integrativen Klassenunterricht: Es enthält drei Fördereinheiten zu den Themenschwerpunkten *Aufbau des Dezimalsystems*, *Orientierung am Zahlenstrahl* und *Halbschriftliche Addition und Subtraktion*, zwei Übungskarteien *Zählen* und *Kopfrechnen* und je ein Übungsangebot zum *Operationsverständnis/Mathematisieren* und *Vorstellungsübungen* sowie Hinweise zur adaptiven Lernbegleitung (vgl. Abbildung 6).

Fördereinheiten abgestimmt auf das Schulbuch		
Dezimalsystem (Bündeln, Entbündeln, Stellenwertsystem)	Zahlenstrahl	Halbschriftliche Addition und Subtraktion
Produktives Üben: Zähl- und Kopfrechenkartei		
Mathematisieren/Operationsverständnis: Aufgaben zum Wechsel der Repräsentationen		
Vorstellungsübungen: Ablösung vom zählenden Rechnen		
Adaptive Lernunterstützung		

Abbildung 6 Übersicht Förderkonzept

Im Folgenden werden die einzelnen Elemente des Förderprogramms beschrieben.

7.1.1 Fördereinheiten mit Lektionsplänen

Besonderes Merkmal des Förderprogramms ist, dass die Fördereinheiten auf wenige zentrale mathematische Grundideen fokussieren: Dezimalsystem, Zahlenstrahl und Halbschriftliche Addition und Subtraktion (vgl. Abbildung 6). Die Fördereinheiten beinhalten mehrere Lektionspläne für jeweils eine bis drei Lektionen. Diese Lektionspläne gehen bestimmten Schulbuchseiten oder -abschnitten voran, ergänzen oder ersetzen diese. Für jede Unterrichtsphase (Einführungs-, Arbeits-, Reflexionsphase) enthalten sie ausführliche Einführungen ins Thema mit entsprechenden Denk-, Handlungs- und Beobachtungsaufträgen, Übungsmaterial, Reflexionsaufträgen in Klassen-, Gruppen-, Partner- oder Einzelarbeit sowie Übungen für die Verinnerlichung von mathematischen Konzepten und Strukturen. Aufgeführt sind jeweils das benötigte Arbeitsmaterial sowie die Darstellungsweisen für strukturiertes Legen mit Material und Notationen. Der Lernstoff ist so aufbereitet, dass grundlegende Verstehensprozesse auf verschiedenen Niveaus ermöglicht werden (Aufgaben mit unterschiedlichem Anforderungsniveau). Damit soll erreicht werden, dass die Lernzeit für die rechenschwachen Schülerinnen und Schüler erhöht wird und sie mit geeignetem, qualitativ hochstehendem Unterrichtsmaterial eine strukturierende und lernbegleitende Anleitung erhalten. Dabei wird besonderes Gewicht auf die Interaktion und gemeinsame Reflexion und auf die Hinführung zur Abstraktion gelegt. Zu Beginn jeder Einheit wird eine schriftliche Standortbestimmung zum entsprechenden Basisstoff durchgeführt, die der Lehrkraft Informationen über individuelle Differenzierungsbedürf-

nisse gibt und am Ende der Fördereinheit zur Überprüfung der Lernfortschritte eingesetzt werden kann. Diese Lektionspläne decken ungefähr die erste Hälfte des Mathematikunterrichts des dritten Schuljahres ab. Themen wie Multiplikation und Division werden nur minimal abgedeckt. Weitere Themen wie Umgang mit Sorten oder Geometrie werden nicht thematisiert.

7.1.2 Übungskarteien

Die Zählkartei enthält Zählübungen zum Zählen in Schritten in verschiedenen Zahlräumen und verschiedenen Schwierigkeitsgraden. Die Kopfrechenkartei enthält operativ strukturierte Aufgabenserien (z.B. 400-1, 400-10, 400-100, 400-110) auf verschiedenen Schwierigkeitsniveaus, speziell angepasst für rechenschwache Schülerinnen und Schüler, aber auch im erweiterten Zahlraum.

Die Karteien werden über den ganzen Interventionszeitraum eingesetzt. Diese Karteien werden zum individuellen Üben, aber auch für Reflexionen genutzt, als Lernanlässe, um sich über Denkwege auszutauschen, Zusammenhänge herzustellen oder Sachverhalte zu begründen.

7.1.3 Übungen zum Mathematisieren

Das Übungsangebot zum Mathematisieren besteht aus Aufgabenkarten zum Aufbau der Vorstellung der Grundoperationen (Addition: etwas kommt dazu oder Gesamtmenge wird bestimmt, Subtraktion: etwas geht weg oder Differenz wird bestimmt, Multiplikation: eine Menge wird vervielfacht, Division: eine Menge wird verteilt oder aufgeteilt). Dabei werden Handlungen mit Material in Worten vorgegeben, die ausgeführt werden und denen eine passende Gleichung zugeordnet wird, oder eine Rechnung wird als eine Handlung mit Material durchgeführt und beschrieben.

Des Weiteren enthält es ein Aufgabenangebot für die Zuordnung von Sachsituationen/Bildern und der Gleichungsschreibweise: passende Rechnungen zu Bildern, Handlungen oder Geschichten finden bzw. zu einer Rechnung ein Bild, eine Handlung oder Geschichte erfinden. Dieses Übungsangebot wird über den ganzen Interventionszeitraum eingesetzt, jeweils als Einstieg oder Abschluss einer Schulstunde, z.B. im Wechsel mit den Karteien.

7.1.4 Vorstellungsübungen

Das Übungsangebot mit Vorstellungsübungen dient der Ablösung vom zählenden Rechnen. Die Vorstellungsübungen unterstützen die Verinnerlichung von mathematischen Strukturen

und Handlungen. Damit soll die Loslösung von konkretem Material oder konkreten Handlungen unterstützt und die Hinführung zur Abstraktion intensiviert werden. Bei diesen Übungen stellen sich die Schülerinnen und Schüler mit geschlossenen Augen eine vorgegebene Menge mit Dienes-Würfelmateral vor (z.B. 324) und beschreiben, welches Material daliegt (daliegen würde). In einem weiteren Schritt gibt die Lehrperson vor, welche Handlung gedanklich ausgeführt werden muss, z.B. „drei Zehnerstäbe dazulegen“. Die Schülerinnen und Schüler beschreiben, welche Menge bzw. welches Würfelmateral nun vorhanden ist (wäre). An der Zahlenkette bzw. am Zahlenstrahl werden Vorstellungsübungen zur Lokalisation von Zahlen und Nachbarzahlen (-zehnern, -hundertern) durchgeführt. Diese Übungen werden in kurzen Übungssequenzen wiederholt eingesetzt.

7.1.5 Hinweise zur adaptiven Lernunterstützung

Die adaptiven Dimensionen des Konzepts ALU (*kognitive Aktivierung, Diskursanregung, kohärente Zielgerichtetheit, produktiver Einsatz von Arbeitsmitteln, produktiver Umgang mit Fehlern und Differenzierung*, vgl. Kapitel 5) sind als mathematisch-inhaltliche und interaktiv-instruktionale Strategien in die Lektionspläne integriert, als Hinweise an die Lehrperson, was und wie sie etwas darbieten und initiieren soll.

Kernelement der adaptiven Lernunterstützung im Förderprogramm sind ausformulierte (kursiv gedruckte) Impulse oder Fragen, die in den verschiedenen Phasen der Lektion verwendet werden, die sogenannten Scaffoldingimpulse (vgl. Tabelle 5 im nächsten Abschnitt). Es sind verbale Impulse und Fragen zur Erarbeitung oder Reflexion, welche die Schülerinnen und Schüler kognitiv aktivieren und zum Austausch über Denkwege, Lernprozesse, Einsichten und Zusammenhänge anregen sollen. Durch geeignete Impulse und Fragen der Lehrperson werden die Schüler und Schülerinnen im Aufbau und in der fortlaufenden Modifikation ihrer Wissensstrukturen unterstützt. Diese Ausformulierung konkreter Impulse unterstützt die Lehrperson dabei, bei den Schülerinnen und Schülern einen kognitiv anregenden Diskurs zu initiieren und den Diskurs zielgerichtet auf die zentralen Verstehenselemente zu führen.

Die Impulse bzw. Denkanstöße dienen auch diagnostischen Zwecken. Durch die Impulse wird die Offenlegung von Vorwissen und Verständnisprozessen aktiviert. Die Lehrperson kann so auf die Lernprozesse adaptiv reagieren durch weitere Impulse bzw. Scaffolds wie Feedback geben, modellieren, instruieren, erklären, Hinweise geben etc. Auch zu den individuellen Arbeitsphasen werden Hinweise gegeben, wie der Lernprozess adaptiv begleitet werden kann: Es werden Fehlerquellen antizipiert und unterstützende Impulse zur produktiven Fehlerbearbeitung angegeben.

Scaffoldingimpulse

Die unten stehenden Impulse, die (in den entsprechenden Lektionsplänen konkretisiert) integriert sind (vgl. Tabelle 5), lassen sich nicht ausschliesslich einer einzigen Art von Scaffolds bzw. einer Adaptivitätsdimension zuordnen. Die Liste ist auch nicht als vollständig anzusehen, sondern soll die Art und Weise aufzeigen, wie der Verstehensprozess durch diese Scaffolds auf jedem Niveau gefördert und adaptiv unterstützt werden kann.

Tabelle 5 Scaffoldingimpulse

Dimension	Scaffoldingimpulse
Kognitive Aktivierung	<ul style="list-style-type: none"> • Was fällt euch auf? • Beschreibe! Vergleiche! Was ist gleich? Was ist anders? Was bleibt? • Was habt ihr herausgefunden? Wie habt ihr das herausgefunden? • Was musstet ihr tun, damit/dass ...? • Warum muss man das so machen? • Beschreibt die Regel/das Muster! • Kann man das anders machen/schreiben/rechnen?
Diskursanregung	<ul style="list-style-type: none"> • Beschreibe, was du gemacht hast! • Kannst du das genauer erklären? Kannst du mehr dazu sagen? • Verstehe ich dich richtig, dass ...? Meinst du das so ...? • Erkläre in eigenen Worten, was XY meint. • Seid ihr einverstanden mit XY? Warum/warum nicht? • Kannst du das so machen wie XY? Mach/leg/rechne das mal so wie XY. • Wer sieht etwas anderes? Wer hat etwas anderes überlegt? • Kann man das anders machen/schreiben/rechnen?
Zielgerichtetheit	<ul style="list-style-type: none"> • Beschreibt die Regel/das Muster! • Warum muss man das so machen? • Erkläre, warum das gleich viel ist. • Welche Aufgabe hilft dir, diese Rechnung zu lösen? • Worauf muss man achten, wenn ...? • An welcher Stelle verändert sich die Zahl, wenn ich 6 Einer/6 Zehner/6 Hunderter addiere?
Produktiver Einsatz von Arbeitsmitteln	<ul style="list-style-type: none"> • Warum heisst das Zehnerstab/Hunderterplatte? • Gruppen machen ist eine gute Strategie, damit man beim Zählen den Überblick behält und sich nicht verzählt. • Leg die Zahl mit den Würfeln, sodass man sofort/auf einen Blick/ohne zu zählen sieht, wie viel es ist. • Stell dir vor, wie viel noch bleibt, wenn wir von 457 zwei Hunderterplatten wegnehmen. • Stell dir die Hunderterkette vor, was sind die Nachbarzahlen/Nachbarzehner von 86? • Kannst du das mit Material zeigen? Lege das mit ... (passendem Material)! Zeige das an ... (passendem Material)! Zeichne das auf! • Kann man das anders legen/zeichnen/zeigen ...? • Wo sieht man (bei den Würfeln), was wir weggenommen haben? Wo sieht man das Ergebnis?
Produktiver Umgang mit Fehlern	<ul style="list-style-type: none"> • Beschreibe, was du gemacht hast. • Wo kommst du nicht weiter? • Was überlegst du? • Wie kann man herausfinden, ob das richtig ist? • Wie/wo/woran siehst du das? Was hat dich darauf gebracht? • Was war der Fehler?

-
- Erfinde eigene Aufgaben dazu!
 - Wer die erste Rechnung gemeinsam machen möchte, kommt in den Kreis.
 - Wähle einen eigenen Rechenweg. Schreibe deinen eigenen Rechenweg auf.
 - Kannst du das auch mit grösseren Zahlen?
 - Lege oder zeichne den Rechenweg.
 - Versucht, einen möglichst geschickten Weg (am Rechenstrich etc.) zu finden.
-

Je nach Arbeitsphase innerhalb der Lektion verschiebt sich der Fokus dieser Impulse.

In einer Einführungsphase geht es um das Erkennen der Sache: Die Schüler und Schülerinnen sollen das Phänomen genau untersuchen. Hier kommen insbesondere Impulse zum Zug, die zum Beobachten, Beschreiben etc. anregen. Damit die Kommunikation nicht ausschliesslich über die Lehrperson läuft, sollen durch kommunikative Impulse die Schüler und Schülerinnen angeregt werden, auf Schüleräusserungen zu reagieren.

In einer Reflexionsphase liegt der Fokus auf dem Vertiefen der Einsichten. Hier ist es sinnvoll, mit Impulsen die Schüler und Schülerinnen zu unterstützen, ihre Einsichten über Regeln, Muster, Strategien und Methoden zu diskutieren und so in ihr Verständnis zu integrieren.

In individuellen Arbeitsphasen soll die Lehrperson auf Tätigkeiten der Schüler und Schülerinnen adaptiv eingehen, indem sie die Tätigkeit genau beobachtet und den momentanen Stand des Verstehens möglichst genau erfragt. Die Schülerin oder der Schüler wird durch kognitiv anregende, zielgerichtete Scaffolds in ihren Verstehensprozessen unterstützt. Dies betrifft sowohl Kinder, die auf Probleme gestossen sind, wie auch solche, die ihr Verständnis auf hohem Niveau erweitern können.

7.2 Beispiel eines Lektionsplans

Zur Illustration wird hier ein Ausschnitt aus dem Lektionsplan *Hunderterkette* der Fördereinheit *Zahlenstrahl* eingefügt (vgl. Abbildung 7):

ZS-Baustein A: Orientierung an der Hunderterkette

2 Lektionen

Dieser Baustein dient als Vorbereitung auf den Tausenderstrahl und soll mit allen Kindern erarbeitet werden.

Die leistungsstarken Kinder bearbeiten die Aufgaben des Basisniveaus ebenfalls. Sie werden dafür aber weniger Zeit benötigen und beschäftigen sich anschliessend mit den anspruchsvolleren Zusatzaufgaben.

Ziele

- Zahlenreihe repetieren
- Struktur der Hunderterkette verstehen
- Zahlen und Orte finden an der Hunderterkette




Unterrichtsverlauf/Basisniveau	Erweitertes Niveau	Material/Tafelbild
1. Einführung „Hunderterkette“ <i>«Ich habe euch Ketten mitgebracht mit roten und weissen Perlen. Findet heraus, wie viele Perlen an eurer Kette sind.»</i>		Hunderterketten
2. Arbeitsphase I (10 min) Die Kinder erhalten zu zweit/zu dritt eine Hunderterkette. Mögliche Impulse, wenn Kinder jede Perle einzeln zählen: <i>«Wie könnt ihr herausfinden, wie viele Perlen es sind, ohne jede einzeln zu zählen?»</i> <i>«Findet ihr ein Muster?»</i>	2. Arbeitsphase I (Zusatzaufgaben) - „Überlegt euch, wie viele Perlen alle Ketten der Klasse zusammen haben.“ - „Schreibt auf, wie viele Ketten ihr benötigt, um 1000 darzustellen.“ - „Erfinde Rätsel zu Anzahl Perlen und Anzahl Ketten. Schreibe sie auf diese Zettel und tausche sie mit einem anderen Kind aus.“ Beispiel: Ich habe 12 Ketten. Wie viele Perlen sind das?	Notizzettel (A6)
3. Reflexion (15 min) Die Ergebnisse und Entdeckungen der Kinder werden im Kreisgespräch besprochen, im Mittelpunkt der Betrachtung steht die Zehnerstruktur der Hunderterkette. <i>«Wie viele Perlen sind an einer Kette?»</i> <i>«Wie habt ihr sie gezählt?»</i> <i>«Was habt ihr sonst noch herausgefunden?»</i> <i>«Wer hat ein Muster entdeckt? Kannst du es beschreiben?»</i> <i>«Warum hat die Kette zwei verschiedene Farben?»</i>		
4. Einführung „Orte finden“ (10 min) Die Kinder arbeiten wieder in Zweiergruppen. <i>„Nun bekommt ihr Zahlenpfeile. Die Null legen wir ganz am Anfang der Kette (links) hin. Wo kommt der Pfeil mit der 100 hin?“</i> <i>„Genau, die Hundert kommt am Ende, nach 100 Perlen (rechts) hin.“</i>  <i>„Nun legt ihr die 50 am richtigen Ort hin.“</i> LP kontrolliert bei jeder Gruppe die Richtigkeit der Positionen! Wichtig: die Pfeilspitze muss nach der 50. Perle gelegt werden, also zwischen die 50. und die 51. Perle. Die LP begleitet dies so: <i>„Bis hier (zeigen) sind es 50 Perlen!“</i> 		Pro Gruppe: Zahlenpfeile (KS) mit den Zahlen 0, 100, 50
5. Arbeitsphase II (Basisniveau) (10 min) Wer die 0, 50 und 100 richtig platziert hat, bekommt die restlichen Zahlenpfeile. <i>„Ihr bekommt nun noch mehr Zahlenpfeile, die ihr am richtigen Ort an der Hunderterkette hinlegen sollt.“</i> 		Pro Gruppe: Papier, Stift, Zahlenpfeile (KS) mit den Zahlen 20, 30, 70, 80, 5, 16, 23, 32, 51, 78

Abbildung 7 Ausschnitt eines Lektionsplans der Fördereinheit *Zahlenstrahl* ©PRiMa UZH

Im Anschluss folgt nun der empirische Teil der Arbeit mit der Darstellung der methodischen Grundlagen und den Forschungsergebnissen zur Frage der Qualität der adaptiven Lernunterstützung bei der Durchführung von integrativen Mathematiklektionen aus dem PRiMa-Förderprogramm.

8 Darstellung der Untersuchung

Die vorliegende Videostudie ist Teil des Forschungsprojekts PRiMa (vgl. S. 9). An dieser Stelle werden die Forschungsfragen der Videostudie, das Untersuchungsdesign, die Stichprobe und die Intervention vorgestellt. Anschliessend wird auf die Forschungsmethode der Videoanalyse eingegangen, mit dem Fokus auf die Erhebung mit ihren situationsspezifischen Besonderheiten, und auf die konkreten Schritte der Datenauswertung.

8.1 Forschungsfragen

Adaptivität ist ein zentraler Bedingungsfaktor für einen effektiven Umgang mit heterogenen Lerngruppen und manifestiert sich als Kompetenz der Lehrperson, auf unterschiedliche Voraussetzungen mit einem angemessenen Unterrichtsangebot einzugehen. Insbesondere Schülerinnen und Schüler mit besonderem Förderbedarf sind für erfolgreiche Lernprozesse auf kompetente adaptive Lehrpersonen angewiesen. Für die Qualitätsentwicklung eines effektiven Unterrichts ist die Förderung dieser Lehrkompetenz zentral. Deshalb wurde ein Förderprogramm für den Einsatz im Mathematikunterricht in integrativen Klassen entwickelt, das Hinweise für die Lehrpersonen zur adaptiven Lernunterstützung bereitstellt (vgl. Kapitel 7). Es soll untersucht werden, wie die Lehrpersonen dieses Förderprogramm umsetzen.

Die übergeordnete Forschungsfrage lautet deshalb:

Hauptfragestellung: Inwiefern gelingt es Lehrpersonen in der Primarschule, Hinweise zur adaptiven Lernunterstützung der Schülerinnen und Schüler umzusetzen, und zwar sowohl im Ganzklassenunterricht als auch während der selbstständigen Schülerarbeit – insbesondere mit Blick auf die rechenschwachen Schülerinnen und Schüler?

Um diese Frage zu beantworten, wurde ein theoretisches Konzept der adaptiven Lernunterstützung entwickelt, das diese als Zusammenspiel von sechs spezifischen Adaptivitätsdimensionen definiert. Es interessiert, inwiefern sich diese Adaptivitätsdimensionen im konkreten Unterricht mit dem Förderprogramm abbilden bzw. inwiefern die Adaptivität in der Lernunterstützung der Schülerinnen und Schüler in unterschiedlicher Ausprägung identifiziert werden kann:

Forschungsfrage 1: Welche Adaptivitätsausprägungen der Lernunterstützung können in der Unterrichtspraxis der Lehrpersonen festgestellt werden?

Schülerinnen und Schüler mit besonderem Förderbedarf werden oft während des Unterrichts durch eine IF-Lehrperson unterstützt. Gerade diese sollten besonders kompetent im Umgang mit jenen Schülerinnen und Schülern sein:

Forschungsfrage 2: Inwiefern unterscheidet sich die Adaptivität der Lernunterstützung der Lehrpersonen und der IF-Lehrpersonen?

Adaptivität wird als multidimensionales Konstrukt konzipiert, das planerische und situative, mathematisch-inhaltliche und interaktiv-instruktionale Aspekte einschliesst, sodass sich in der Unterrichtspraxis allenfalls bestimmte adaptive Muster erkennen lassen:

Forschungsfrage 3: Inwiefern sind unterschiedliche Muster bezüglich einzelner Adaptivitätsdimensionen erkennbar?

Ein weiteres Forschungsziel ist es, zu analysieren, ob und wie die Instruktion und Begleitung der Lehrpersonen während der Intervention die Qualität der adaptiven Lernunterstützung beeinflusst:

Forschungsfrage 4: Inwiefern hat die Art der Instruktion und Begleitung der Lehrperson während der Intervention einen Einfluss auf die Adaptivität der Lernunterstützung?

8.2 Forschungsdesign

Um die Implementation des Förderprogramms (vgl. Kapitel 7) – insbesondere die adaptive Lernunterstützung der Lehrpersonen – zu untersuchen, wurde eine Videostudie durchgeführt (vgl. Abbildung 8).

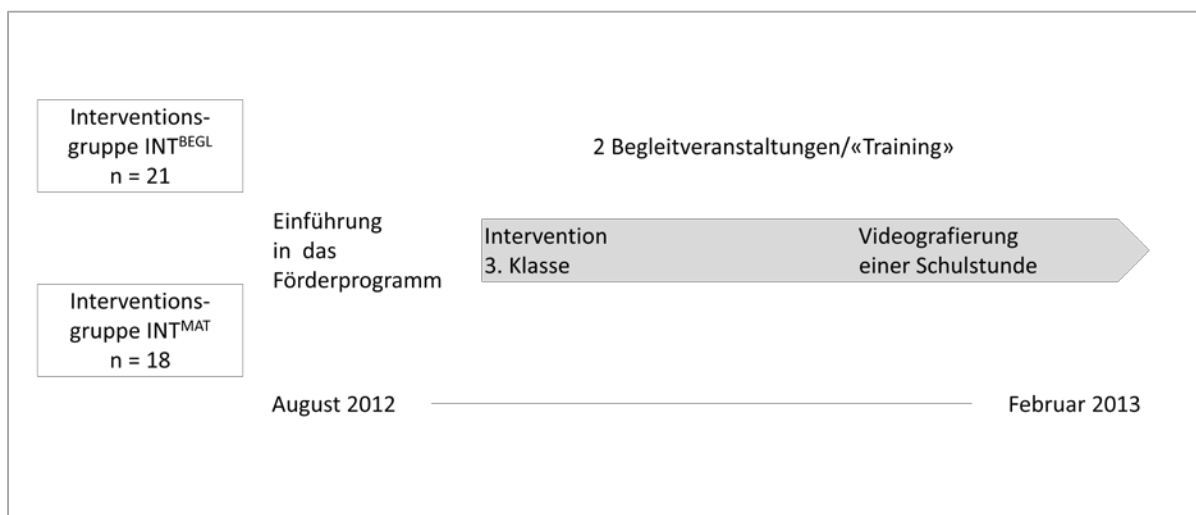


Abbildung 8 Forschungsdesign

Es wurden zwei Interventionsgruppen gebildet (INT^{BEGl} , INT^{MAT}). Beide Gruppen wurden vor der Intervention zu Schuljahresbeginn in das Förderprogramm eingeführt und führten es danach während sechs Monaten durch. Die Interventionsgruppe INT^{BEGl} erhielt zusätzlich an zwei Begleittreffen während der Intervention eine Weiterbildung (vgl. Kapitel 8.4) zur konkreten Umsetzung der Lektionspläne des Programms sowie zur adaptiven Lernunterstützung. In beiden

Gruppen wurde eine Mathematiklektion videografiert. Die methodischen Grundlagen der Videostudie zur adaptiven Lernunterstützung werden in Kapitel 8.5 dargelegt.

8.3 Stichprobe

Da das Förderprogramm auf die beiden Schulbücher *Schweizer Zahlenbuch 3* sowie *Mathematik 3 Primarstufe* ausgerichtet ist, konnten nur Klassen teilnehmen, die eines dieser beiden Schulbücher verwenden. Die Lehrpersonen wurden über direkte Kontakte, Schulleitungen oder die kantonalen Bildungsdirektionen mittels eines Informationsflyers und einer Website zur Projektteilnahme angeregt. Nach der Anmeldung der Lehrpersonen wurden diese Klassen randomisiert den zwei Interventionsgruppen zugeteilt, wobei wir Klassen aus dem gleichen Schulhaus der gleichen Gruppe zuteilten. Die Stichprobe der Videostudie setzt sich aus 39 dritten Klassen aus 26 Schulen in neun Deutschschweizer Kantonen zusammen. Alle Klassen sind integrative Klassen, d.h. es befinden sich in allen Klassen Schülerinnen und Schüler mit Rechenschwierigkeiten. Die Lehrpersonen haben bei der Anmeldung jeweils für mindestens ein Kind der Klasse einen spezifischen Förderbedarf in Mathematik oder eine diagnostizierte Mathematikerkwerbsstörung angegeben. Die Klassen wurden in die zwei Interventionsgruppen INT^{BEG} (21 Klassen) und INT^{MAT} (18 Klassen) aufgeteilt (vgl. Tabelle 6).

Tabelle 6 Stichprobe

Klassen (N = 39)		Schülerinnen und Schüler (N = 612) ¹	
INT^{BEG}	INT^{MAT}	INT^{BEG}	INT^{MAT}
21	18	286	326

Anmerkungen. ¹Anzahl SuS mit Video-Einverständnis

Die Lehrpersonen der Interventionsgruppen INT^{BEG} und INT^{MAT} nahmen an einer Einführungsveranstaltung teil (2,5 Std.), für die Gruppe INT^{BEG} gab es im Verlauf der Interventionsphase zwei weitere Begleitveranstaltungen (à 2,5 Std.) (vgl. Kapitel 8.4). Die Eltern wurden mittels eines Briefs des Projektteams über das Projekt informiert, wobei auch der Datenschutz zugesichert wurde. In der Einverständniserklärung gaben sowohl die Eltern als auch die Schülerinnen und Schüler ihre Zusage zur Teilnahme an der Videografie ab. Für die Durchführung des Förderprogramms war kein Einverständnis nötig, da dieses im regulären Unterricht stattfand. Die Anzahl der Schülerinnen und Schüler in den Klassen variiert beträchtlich. Einerseits gibt es Mehrjahrgangsklassen (z.B. 3./4. Klassenstufe gemeinsam in einer Klasse): Hier werden die Schülerinnen und Schüler der vierten Klasse nicht mitgezählt, da diese nicht am Projekt

teilnehmen⁷. Andererseits gibt es Klassen, bei denen für mehrere Schülerinnen und Schüler kein Einverständnis vorliegt (diese haben zwar an der Intervention, nicht aber an der Videolektion teilgenommen).

Die von uns untersuchten integrativen Klassen unterscheiden sich bezüglich der Zusammensetzung, der zur Verfügung stehenden Unterstützungslektionen sowie der Form der Zusammenarbeit der Lehrkräfte (Teamteaching, Kleingruppenförderung, Beratung usw.), wobei hier systematische Daten fehlen. In manchen Klassen können bis zu fünf Mathematiklektionen pro Woche mit der Unterstützung einer zweiten Lehrperson durchgeführt werden, in anderen Klassen eine Lektion. Diese Unterstützung wird teilweise ganz für Teamteaching zwischen Lehrperson und IF-Lehrperson genutzt oder es werden einzelne Lektionen für die Förderung einer bestimmten Schülergruppe eingesetzt. Gewisse Klassen haben wegen einzelner Schülerinnen und Schüler weitere Lektionen mit zusätzlicher Unterstützung zugesprochen erhalten, andere Klassen müssen zugunsten anderer Klassen auf Unterstützungslektionen verzichten. So stellt unsere Stichprobe ein Abbild der von örtlichen und individuellen Faktoren abhängigen Praxis der Zusammenarbeit der Lehr- und Förderlehrpersonen dar (vgl. Kapitel 2).

8.4 Intervention

Das Förderprogramm (vgl. ausführliche Beschreibung im Kapitel 7) wurde von den Lehrpersonen während der ersten sechs Monate der dritten Klasse durchgeführt. In den meisten Schulen ist jeder Klasse für eine bestimmte Anzahl Stunden pro Woche eine zusätzliche Förderlehrkraft für integrativen Unterricht zugeteilt. Es handelt sich dabei idealerweise um Schulische Heilpädagoginnen und Heilpädagogen. Oft unterrichten jedoch auch Lehrkräfte ohne Zusatzausbildung. Den teilnehmenden Lehrpersonen war es freigestellt, ob und wie diese zweite Lehrkraft bei der Intervention eingesetzt wurde (vgl. dazu auch Kapitel 8.3).

Da ein Forschungsschwerpunkt der Gesamtstudie (vgl. S. 9) die Frage nach der Auswirkung der Instruktion und Begleitung der Lehrkräfte durch das Projektteam auf die Leistungsentwicklung der Schülerinnen und Schüler bzw. auf die Adaptivität der Lernunterstützung ist, wurde die Interventionsgruppe auf unterschiedliche Art für die Intervention instruiert, da davon ausgegangen wird, dass eine intensivere Begleitung grössere Effekte bewirkt (vgl. Kapitel 6). Beide Gruppen (INT^{MAT} / INT^{BEG}) wurden vor der Intervention durch Mitglieder des Projektteams ins Förderprogramm eingeführt mit dem Fokus auf der Struktur und dem Einsatz der

⁷ In vier Mehrjahrgangsklassen waren die Schülerinnen und Schüler der vierten Klasse in der Videolektion dabei, wovon zwei am Unterricht mit dem Förderprogramm teilnahmen und zwei Klassen individuelle Stillarbeiten verrichteten.

Fördereinheiten und den Materialien (Lektionspläne, Karteien, Dienes-Würfelmateral, Hunderterkette, Stellenwertkarten etc.) sowie allgemeine Hinweise zur verstehensorientierten, adaptiven Lernunterstützung und Fokussieren auf den Basisstoff (vgl. Kapitel 3.2, 3.3, 4). Die Gruppe INT^{BEG} erhielt an der Einführung zusätzlich vertiefte Informationen zur Umsetzung der ersten beiden Fördereinheiten (vgl. Tabelle 7).

Tabelle 7 Instruktion der Lehrkräfte

Gruppe	Inhalte Programminstruktion	
	INT ^{BEG}	INT ^{MAT}
Zeitpunkt		
Einführung August 2012	<ul style="list-style-type: none"> • Überblick PRiMa-Förderung • Fokus Basisstoff • Verstehensorientierter, diskursiver Unterricht • Fördereinheit Dezimalsystem • Fördereinheit Zahlenstrahl • Einsatz der Karteien 	<ul style="list-style-type: none"> • Überblick PRiMa-Förderung • Fokus Basisstoff • Verstehensorientierter, diskursiver Unterricht
Begleittreffen 1 November 2012	<ul style="list-style-type: none"> • Reflexion/Austausch Umsetzung Förderprogramm • Fördereinheit Addition und Subtraktion • Einsatz des Dienes-Würfelmaterials • Reflexion von Videoaufnahmen von Mathematiklektionen bezüglich diskursiven, verstehensorientierten Unterrichts sowie Umgang mit Nichtverstehen 	
Begleittreffen 2 Januar 2013	<ul style="list-style-type: none"> • Reflexion/Austausch Umsetzung Förderprogramm • Vertiefung Fördereinheit Addition und Subtraktion • Einsatz des Dienes-Würfelmaterials • Fokus Basisstoff • Fortsetzung mathematische Inhalte nach der PRiMa-Förderung 	

Rund zwölf Schulwochen nach Interventionsbeginn erhielten die Lehrkräfte der Gruppe INT^{BEG} am ersten Begleittreffen die Möglichkeit, sich über die PRiMa-Förderung auszutauschen und Fragen zur Umsetzung beantwortet zu bekommen. Ausserdem wurden sie in die nächste Fördereinheit eingeführt und erhielten vertiefte Informationen zum Umgang mit den Dienes-Blöcken bei der halbschriftlichen Addition und Subtraktion sowie Protokollformen

(Notationen, Stellenwertkarten). Zusätzlich wurden ausgewählte Videoausschnitte aus der Erprobungsphase bezüglich diskursiven, verstehensorientierten Unterrichts analysiert sowie der Umgang mit Nichtverstehen und Fehlern diskutiert. Am zweiten Begleittreffen (ca. 19 Schulwochen nach Interventionsbeginn) konnten wiederum Fragen zur Umsetzung geklärt werden. Die Fördereinheit Addition und Subtraktion wurde vertieft, der Einsatz der Dienes-Blöcke für weitere Inhalte demonstriert sowie die Fokussierung auf den Basisstoff und die Fortsetzung mathematischer Inhalte des zweiten Schulhalbjahres nach der PRiMa-Förderung (insbesondere bezüglich rechenschwacher Schülerinnen und Schüler) thematisiert.

Alle Lehrpersonen beider Interventionsgruppen konnten sich während der Intervention zu ihren spezifischen Fragen telefonisch oder per E-Mail beraten lassen. Wie intensiv dieses Beratungsangebot genutzt wurde, wurde nicht systematisch erfasst.

8.5 Videoanalyse

Zur Analyse der adaptiven Lernunterstützung durch die Lehrperson wurde die Videoanalyse mittels eines hoch-inferenten Ratings eingesetzt.

8.5.1 Begründung der Methode

Videoanalyse

Unterrichtliche Prozesse entstehen durch ein komplexes Zusammenwirken struktureller und inhaltlicher Merkmale des Unterrichts sowie sozialer und persönlicher Variablen der beteiligten Personen (Rakoczy & Pauli, 2006, S. 206). Mit dem Konzept der adaptiven Lernunterstützung wird ein komplexer Prozess innerhalb des Unterrichts beschrieben. Das Ziel der vorliegenden Studie ist, diese adaptive Lernunterstützung der Lehrpersonen in einer Schulstunde zu erfassen bzw. unterschiedliche Adaptivitätsausprägungen und unterschiedliche Muster adaptiver Lernunterstützung zu identifizieren. Das Qualitätsmerkmal „adaptive Lernunterstützung“ stellt eine Tiefenstruktur des Unterrichts dar. Die Untersuchung von Tiefenstrukturen erfordert Methoden und Instrumente, die diese Komplexität zu erfassen vermögen. Die Videografie stellt eine geeignete Möglichkeit dar, den Unterricht erst einmal zu erheben und zu „konservieren“, ohne dass gleichzeitig schon Analysen und Interpretationen des Unterrichtsgeschehens erfolgen. Videoaufzeichnungen sind deshalb gegenüber „flüchtigen“ Beobachtungsverfahren geeignet, die Tiefenstrukturen zu erfassen, zu dokumentieren, quantitativ auszuwerten und zu interpretieren (Klieme, 2006, S. 766). Das Datenmaterial bietet die Möglichkeit der zeitverzögerten

und wiederholten Analyse und kann als authentisch und ganzheitlich gelten, während bei teilnehmender Beobachtung aufgrund der hohen Komplexität des Gegenstandes und der Problematik der Echtzeit nur relativ einfach beobachtbare Merkmale erfasst werden können (Pauli & Reusser, 2006, S. 787f.). Zentraler Vorteil von Videoerhebungen ist die „theoretische Flexibilität“: Die Daten können noch ohne bestehende Theorie erhoben werden, sie bieten eine geringe Vorstrukturierung für unterschiedliche Analysen unter verschiedenen Gesichtspunkten (Praetorius, 2014, S. 283).

Videoerhebungen von Unterricht leisten einen wertvollen Beitrag zur Erfassung von Unterrichtsprozessen aus einer objektivierbaren Aussensicht (Reusser, Pauli & Waldis, 2010, S. 11). Verschiedene Gründe sprechen für die externe Beobachtung von Unterricht durch Videos (Praetorius, 2014, S. 36): Hohe Komplexität kann direkt und am angemessensten erfasst werden, gewisse Aspekte lassen sich nicht über Befragungen erfassen, Lehrpersonen und Schülerinnen und Schüler sind als Akteure im Unterrichtsgeschehen involviert und deshalb deren Beobachtungen weniger valide, und nicht zuletzt werden durch eine grosse Anzahl von Einschätzungen Vergleichsmöglichkeiten eröffnet.

Potenzielle Nachteile der videobasierten Forschung werden insgesamt als weniger schwerwiegend gewertet (Praetorius, 2014, S. 36). Einwände gegen Unterrichtsvideos liegen u.a. darin begründet, dass sie isoliert analysiert würden, da der Kontext und die Vorgeschichte des Unterrichtsausschnitts nicht bekannt seien (Helmke, 2009, S. 345). Neben den fehlenden Informationen zum Klassenkontext und dem geringen Beobachtungszeitraum vs. der Langzeitperspektive sind insbesondere Reaktivitätseffekte aufseiten der Lehrpersonen oder Schülerinnen und Schüler gegenüber der Kamera und den Beobachtenden nicht unerhebliche Kritikpunkte (Praetorius, 2014, S. 36). Durch Interviews mit den Lehrpersonen und allenfalls mit den Schülerinnen und Schülern nach der Videolektion kann die Repräsentativität der gefilmten Lektion erfasst und die Lektion selber besser eingeordnet und „verstanden“ werden (Helmke, 2009, S. 344).

Für die Analyse (Erfassung von Unterschieden) der adaptiven Lernunterstützung der Lehrpersonen wird ein Beobachtungsinstrument benötigt, das diese komplexen Prozesse erfassen und beschreiben kann.

Analyseinstrument

Zur Analyse der Adaptivität der Unterstützung von mathematischen Lernprozessen wurde ein hoch-inferentes Ratingsystem entwickelt (vgl. Kapitel 8.5.4).

Zur Erfassung von sogenannten Sichtstrukturen von Unterricht eignen sich niedrig-inferente Kodierungen, die präzise Informationen über methodische Gestaltungsformen und Choreografien des Unterrichts liefern (Pauli & Reusser, 2006). Diese Erfassung beschränkt sich auf Aspekte des spezifischen, beobachtbaren Verhaltens, die einfach und „objektiv“ zu kodieren sind (meist Auftretenshäufigkeit und Zeitdauer eines Merkmals) und erfordert von den Beobachtenden ein geringes pädagogisch-didaktisches Verständnis der Instruktionsabläufe und kaum schlussfolgernde Kognition (Clausen, Reusser & Klieme, 2003, S. 124).

Allgemein- und fachdidaktische relevante Qualitätsmerkmale, die aus theoretischer Perspektive für den Lernerfolg der Schüler relevant sind, lassen sich durch hoch-inferente Einschätzungen anhand von Rating-Verfahren erfassen (Pauli & Reusser, 2006). Hoch-inferente Ratings sind geeignet, um „komplexe Merkmale oder Prozesse zu erheben, die nicht durch die quantitative Erfassung einzelner Ereignisse im Rahmen einer niedrig-inferenten Codierung abgebildet werden können“ (Rakoczy & Pauli, 2006, S. 206). Hoch-inferente Beurteilungen gehen über das konkret beobachtbare Verhalten hinaus und beziehen sich auf abstraktere Sachverhalte bzw. globalere Verhaltensmerkmale. Sie erfordern interpretative, schlussfolgernde Prozesse seitens der Beobachtenden und stellen eine ganzheitlichere Einschätzung dar (Clausen et al., 2003). Eine hoch-inferente Ratingskala besteht aus einer Zusammenstellung von Items, die Schlussfolgerungen über das direkt Sichtbare hinaus erfordern: Die Beurteilung kann „nicht direkt aus den Verhaltensweisen der Lehrkraft abgelesen werden, sondern muss anhand diverser Indikatoren erschlossen werden [...]“ (Praetorius, 2013, S. 175). Durch ein hoch-inferentes Ratingssystem wird es ermöglicht, eine „qualitative Einschätzung im Sinne eines Gesamteindrucks wiederzugeben“ (Rakoczy & Pauli, 2006, S. 206).

Es muss jedoch festgehalten werden, dass externe Beobachtereinschätzungen von Unterricht nicht einfach „die Realität“ und damit die tatsächliche Unterrichtsqualität abbilden: Gegen 40% der Variation in Ratings seien nicht auf das zu messende Merkmal zurückzuführen, sondern auf diverse Beurteilerfehler bzw. Verzerrungen durch die begrenzte menschliche Wahrnehmung, durch Unterschiede darin, was überhaupt beobachtet wird, durch unterschiedliche Verarbeitung des Beobachteten, durch Uneindeutigkeit von Sprache und verschiedene Gewichtung (Praetorius, 2013, S. 176f.). Niedrig-inferente Beobachtungen gelten als objektiver und als geringere Fehlerquelle bezüglich der Beobachterperson, dafür zeigen hoch-inferente Beurteilungen höhere Zusammenhänge zu schulischen Erfolgs- und Entwicklungskriterien auf (Clausen et al., 2003). Sie sind jedoch potenziell anfälliger für systematische und unsystematische Beurteilungsfehler (ebd.).

Im Folgenden wird nun die Erhebung und die Aufbereitung der Videodaten sowie das Analyseinstrument vorgestellt.

8.5.2 Erhebung

Für die vorliegende Studie wurde in allen teilnehmenden Klassen eine Mathematiklektion videografiert. Damit die Videolektionen eine gewisse Vergleichbarkeit aufweisen, wurden die Lehrpersonen schriftlich auf die Videolektion vorbereitet und zur Standardisierung der Filmaufnahmen ein Videoskript verfasst und das Filmpersonal in einem Videotraining ausgebildet.

Vorbereitung der Lehrpersonen

Die Lehrpersonen wurden auf die Videolektion mittels eines Informationsbriefes vorbereitet. Insbesondere ging es dabei darum, ihnen das Verhalten der Kamerteams während der Lektion zu erläutern und sie zur Durchführung einer „ganz normalen“ Lektion zu motivieren. Zur minimalen Standardisierung der Lektionen wurde die Vorgabe gemacht, dass sie einen Lektionsplan bzw. Teile daraus nach Wahl aus dem Förderprogramm durchführen mit mindestens einer Ganzklassensequenz und einer individuellen Arbeitsphase.

Organisation und Vorbereitung der Videolektionen

Die Organisation der Videotermine erfolgte durch die Autorin, die weitere Organisation übernahmen die Hilfskräfte, welche die Videoaufnahmen durchführten. Die Lehrpersonen mussten ihnen im Voraus einen Schulzimmerplan sowie einen groben Unterrichtsverlauf zukommen lassen, von dem jedoch auch abgewichen werden durfte, wenn es die Situation verlangte. Mit diesen Unterlagen konnten die Kamerteams die Positionen der Kameras vorbereiten bzw. antizipieren.

Erstellung und Erprobung des Videoskripts

In zwei Klassen, die das Förderprogramm vor der Durchführung erprobten, konnten Videoaufnahmen des Mathematikunterrichts gemacht werden. Dabei wurden das zuvor von der Autorin entwickelte Videoskript zur Durchführung der Videoaufnahmen (auf der Basis von Hugener, Pauli & Reusser, 2006) und die technische Videoausrüstung erprobt und angepasst.

Videotraining

Nach der Erprobung des Videoskripts wurden fünf studentische Hilfskräfte von der Autorin in einem Videotraining von zweimal 2,5 Stunden ausgebildet. Sie wurden mit der Kameratechnik vertraut gemacht, der Fokus lag aber insbesondere auf der Kameraführung. Das bedeutet, dass die Kamerapersonen sich möglichst unauffällig im Klassenzimmer bewegen mussten, um so

wenig wie möglich die „Natürlichkeit der Lektion“ zu stören. Ausserdem sollten sie den Unterrichtsverlauf antizipieren können, um sofort den optimalen Bildausschnitt wählen zu können. Durch das Filmen mit zwei Kameras sollte dem Problem der selektiven Erfassung entgegen gewirkt werden (vgl. Helmke, 2009). Eine Kamera war für die Erfassung der „aktuellen Zone der Interaktion“ zuständig, d.h. sie erfasste den interaktionsrelevanten Kontext des Mathematikunterrichts. Diese Kamera („Lehrerkamera“) war mit einem kabellosen Mikrofon mit der Lehrperson verbunden und folgte der Lehrperson. Sie nahm diejenigen Kinder mit in den Bildausschnitt, die an der Interaktion beteiligt waren (in einer Reflexionssequenz mit der Klasse also die Lehrperson und alle Schülerinnen und Schüler, in einer individuellen Begleitsequenz z.B. nur eine Schülerin oder ein Schüler und die Lehrperson). Diese Aufnahme war für die Analyse der adaptiven Lernunterstützung bestimmt. Die zweite Kamera („Klassenkamera“) war für die Erfassung der ganzen Klasse unabhängig der „aktuellen Zone der Interaktion“ zuständig. Damit konnte jederzeit auch ein Blick auf die ganze Klasse ermöglicht werden. In den Fällen, in denen eine zweite Lehrperson (z.B. die IF-Lehrperson) in der Lektion mit unterrichtete, wurde diese mit einem Mikrofon mit der Klassenkamera verbunden. In individuellen Unterstützungssequenzen oder Gruppensequenzen mit der IF-Lehrperson wurde die Klassenkamera wie eine Lehrerkamera verwendet (Verfolgung der aktuellen Zone der Interaktion). Ausserdem musste bei speziellen Platzverhältnissen – in der Unterstufe findet Unterricht oft am Boden im Kreis statt – die Klassenkamera gewisse Zoomeinstellungen auf eine Situation übernehmen, dies jedoch immer nur auf Zeichen der Lehrerkameraperson, wenn diese selber eine ungünstige Perspektive hatte.

Es waren feste Kamerateams miteinander unterwegs. Eine Person führte die Lehrerkamera und folgte jeweils der „aktuellen Zone der Interaktion“. Eine zweite Person führte die Klassenkamera, mit welcher der Gesamtausschnitt über die ganze Klasse oder die Interaktionszone mit der IF-Lehrperson erfasst wurde. Bei der ersten Aufnahme war die Autorin dabei, danach wurden allfällige Schwierigkeiten besprochen. Die Kamerateams erhielten zwischendurch stichprobenweise Rückmeldungen zur Qualität ihrer Aufnahmen mit Hinweisen zur Verbesserung.

Feldprotokoll

Die Kamerateams verfassten zu jeder Videolektion ein Feldprotokoll, in dem sie Besonderheiten der Situation und technische Probleme festhalten konnten.

Klassenfoto

Von der Klasse wurde im Anschluss an die Videolektion ein Klassenfoto aufgenommen, das mit den Vornamen der Kinder versehen wurde, um sie im Video bei Bedarf identifizieren zu können.

Kurzbefragung der Lehrpersonen zur Videolektion

Im Anschluss an die Videolektion hatten die Lehrpersonen die Möglichkeit, sich in einem kurzen leitfadengestützten Interview zur Lektion zu äussern, um zu erfassen, ob diese Lektion von den Lehrpersonen als natürliche, „normale“ Lektion eingeschätzt wurde.

8.5.3 Datenaufbereitung und Datenkorpus

Datenaufbereitung

Von den beiden Aufnahmen der Lehrer- und Klassenkamera wurden MP4-Formate kopiert (auf den gleichen Anfang geschnitten). Die Qualität der Videos variierte beträchtlich. Einerseits waren technische Probleme mit dem Mikrofon für einen schlechten Ton verantwortlich, oder die engen Platzverhältnisse verhinderten eine optimale Kameraposition. Andererseits wurden auch Kameraanweisungen unterschiedlich gut umgesetzt. Des Weiteren gab es wenige Situationen mit Schülerinnen oder Schülern ohne Filmerlaubnis, die nicht in anderen Klassen untergebracht worden waren, sodass die Kameras diesen Schülerinnen und Schülern „ausweichen“ musste. Einige Lektionen hatten einen unklaren Beginn oder ein unklares Ende (z.T. deutlich länger als 45 Minuten), sodass Aufnahmen unterbrochen wurden. In zwei Aufnahmen gab es ein Missverständnis über die Anwesenheit einer zweiten Lehrperson, sodass diese kein Mikrofon hatte. Jedes Video wurde zur Orientierung über die Oberflächenstruktur der Lektion basiskodiert. Es wurden die öffentlichen Klassenunterrichtsphasen und die individuellen Schülerarbeitsphasen erhoben und die Form der Lernprozessbegleitung durch Klassenunterrichtsgespräch, Kleingruppenbegleitung oder individuelle Begleitung unterschieden. In der individuellen Schülerarbeitsphase wurden alle Interaktionssequenzen der Lehrperson mit einer einzelnen Schülerin oder einem Schüler markiert sowie während des ganzen Unterrichts die Aktivität der Zweitlehrperson. Ausserdem wurden Problemsituationen (Fehler/Verstehensschwierigkeiten) erhoben. Von jeder Lektion wurde ein inhaltliches Verlaufsprotokoll mit den zentralen Inhalten und didaktischen Schritten mit dem Fokus auf mathematischen Problemsituationen oder anderen „interessanten“ Lernsituationen verfasst, um einen Überblick über die bearbeiteten Inhalte zu erhalten (vgl. Anhang 16.1).

Beschreibung der Daten

Von den 39 Klassen der Interventionsgruppe konnten 36 Aufnahmen gemacht werden, drei Lehrpersonen widerriefen ihr Einverständnis zur Videografie.

Tabelle 8 Datenkorpus

Videolektionen (N = 36)				
INT ^{B EGL}	INT ^{M AT}	ohne IF-LP	mit IF-LP	nur IF-LP
20	16	20	15	1
Ratings (N = 47)				
Lehrpersonen-Rating (n = 34)		IF-Rating (n = 13)		
Lehrperson führt durch die Lektion (IF-Lehrperson Teamteaching, zirkulierend oder der Kleingruppe/Einzelförderung)		33	Förderprogramm nur mit Kleingruppe durch IF-Lehrperson durchgeführt	1
Vertauschte Rollen, Rating Lehrperson (zirkulierend) wie IF-Lehrperson durchgeführt		1	Vertauschte Rollen, Rating IF-Lehrperson wie Lehrperson durchgeführt	1
			IF-Lehrperson zirkulierend, kein Gruppenunterricht	3
			IF-Lehrperson mit Kleingruppe, phasenweise oder ganze Lektion	8

Anmerkungen. LP = Lehrperson, IF-LP = Integrative Förderlehrperson

Die Fallgruppe der Videostudie besteht aus insgesamt 36 videografierten Lektionen, 20 Videolektionen in der Gruppe INT^{B EGL} und 16 Videolektionen in der Gruppe INT^{M AT} (vgl. Tabelle 8).

In 20 Videolektionen unterrichtete eine Lehrperson alleine. In 15 Videos unterrichteten zwei Lehrpersonen im Teamteaching oder mit Kleingruppen. In allen diesen 15 Klassen wurde in mindestens zwei Mathematik-Lektionen pro Woche eine IF-Lehrperson (mit oder ohne Diplom in Schulischer Heilpädagogik o.Ä.) eingesetzt. Aus Gründen der Organisation entspricht die Videosituation jedoch nicht immer dieser „Normalsituation“, weil zusätzlich zum IF-Personal auch noch andere Zweitlehrpersonen in der Klasse arbeiten (Teamlehrperson oder eine Klassenassistentin).

Bei zwei Videos konnte die zweite Lehrperson aus technischen Gründen nicht geratet werden, sodass von 13 IF-Lehrpersonen ein separates Rating durchgeführt werden konnte (vgl. Tabelle 8).

In einer Videolektion führte die IF-Lehrperson die Lektion hauptsächlich, während die Lehrperson die Rolle der individuellen Begleitung während der Schülerarbeitsphase übernahm. Eine Videolektion wurde von der IF-Lehrperson mit zwei Schülerinnen in einem anderen Raum durchgeführt. In drei Klassen arbeitete die IF-Lehrperson nicht über längere Zeit mit bestimmten Schülerinnen und Schülern, sondern zirkulierte während der individuellen Arbeitsphase in

der Klasse und begleitete situativ, in acht Klassen begleitete die IF-Lehrperson mindestens phasenweise bestimmte Schülerinnen und Schüler (zwei bis fünf) in einer Kleingruppe oder übernahm eine Halbklass.

In einer Klasse wurden während der Intervention von der IF-Lehrperson vier Schülerinnen und Schüler während der meisten Mathematiklektionen pro Woche separat und nicht mit dem Förderprogramm unterrichtet, in der Videolektion waren diese jedoch in der Klasse dabei, ohne die IF-Lehrperson.

In einer Klasse wurde die Intervention nur ansatzweise durchgeführt und in einer Klasse hatte eine IF-Lehrperson nur mit vier Schülerinnen die Intervention durchgeführt, sodass nur mit dieser Gruppe die Videolektion durchgeführt wurde. Diese beiden Videos (beide INT^{MAT}) wurden geratet und für die Prüfung des Ratingsystems verwendet (vgl. Kapitel 8.5.4), jedoch für weitere Analysen ausgeschieden.

Inhalte der videografierten Lektionen

Aufgrund des Zeitpunkts der Videoaufnahmen verteilten sich die unterrichteten Inhalte der PRiMa-Förderung (vgl. Kapitel 7) auf die beiden Fördereinheiten *Zahlenstrahl* (35%) und *Addition und Subtraktion* (65%), aufgeschlüsselt in Tabelle 9 nach den entsprechenden Lektionsplänen. In einzelnen Videolektionen wurde auch die Zähl- und Kopfrechenkartei eingesetzt. Aus der übergreifenden Fördereinheit zum Mathematisieren wurden in den Videolektionen keine Inhalte bearbeitet.

Tabelle 9 Verteilung der Lektionspläne

Lektionsplan der Fördereinheit	Häufigkeit (N = 34)	
	n	%
ZS Hunderterkette	2	5.9
ZS Tausenderkette	2	5.9
ZS Hunderterstrahl	3	8.8
ZS Tausenderstrahl	1	2.9
ZS Nachbarzahlen	4	11.8
AS Bündeln	7	20.6
AS Halbschriftliche Addition	9	26.5
AS Entbündeln	2	5.9
AS Halbschriftliche Subtraktion durch Wegnehmen	2	5.9
AS Halbschriftliche Subtraktion durch Ergänzen	1	2.9
AS Verschiedene Lektionspläne, einzelne Elemente	1	2.9

Anmerkungen. Häufigste Lektionspläne fett markiert. ZS = Fördereinheit *Zahlenstrahl*. AS = Fördereinheit *Addition und Subtraktion*

Mehr als die Hälfte der Videolektionen haben den letzten Lektionsplan der Fördereinheit *Zahlenstrahl* und die ersten beiden Lektionspläne der Fördereinheit *Addition und Subtraktion* zum Inhalt (59%). 71% (24) beinhalten die Einführungslektion des entsprechenden Lektionsplans, 24% (8) die Vertiefungslektion des Lektionsplans und 6% (2) der Lehrpersonen führten einzelne Elemente aus verschiedenen Phasen des Lektionsplans oder eine Vertiefungslektion zur ganzen Fördereinheit mit einzelnen Elementen der Lektionspläne aus.

8.5.4 Hoch-inferentes Ratingsystem – ein Instrument zur Beschreibung der Adaptivität der Unterstützung von mathematischen Lernprozessen

Im Forschungsprojekt PRiMa wurden Unterrichtseinheiten zu spezifischen Lernbereichen der Mathematik unter dem Gesichtspunkt der „adaptiven Lernunterstützung“ verfasst und erprobt (vgl. Kapitel 7). Im Konzept ALU wurde Adaptivität als ein Konstrukt konzipiert, das mathematisch-inhaltliche sowie instruktional-interaktive Aspekte des verstehensorientierten integrativen Mathematikunterrichts einbezieht. Adaptivität bezieht sich dabei auf die Steuerung *und* Begleitung von mathematischen Lernprozessen, diese adaptive Lernunterstützung wird durch die sechs Dimensionen *kognitive Aktivierung*, *Diskursanregung*, *Zielgerichtetheit*, *Einsatz von Arbeitsmitteln*, *produktiver Umgang mit Fehlern* und *Differenzierung* definiert (vgl. Kapitel 5). Um die adaptive Qualität der Unterstützung zu erfassen, wurde ein Instrument entwickelt, das die einzelnen Dimensionen von Adaptivität erfassen kann. Adaptivität ist ein komplexes Unterrichtsmerkmal, insbesondere sind interaktive Aspekte zentral, sodass ein Beobachtungsinstrument diese Komplexität auch erfassen muss. Dafür eignen sich hoch-inferente Ratings (vgl. S. 110).

Das für diese Videostudie entwickelte hoch-inferente Ratingsystem (vgl. Tabelle 10) beruht auf einem theoriegeleiteten und datengestützten, projektgeleiteten Konzept für die Qualitätsausprägung der einzelnen Dimensionen. Es ist ein Arbeitsmittel, um den öffentlichen Unterricht („Klassengespräch“) und individuelle Schülerarbeitsphasen nach bestimmten Adaptivitätsdimensionen zu charakterisieren, um einerseits eine Gesamtcharakterisierung der Lektion bezüglich der adaptiven Lernunterstützung vornehmen zu können und andererseits die Lektionen bezüglich dieser Dimensionen zu vergleichen. Das Rating dient dazu, die Lektionen daraufhin zu untersuchen, inwiefern die Lehrpersonen die Hinweise aus dem PRiMa-Förderprogramm adäquat umsetzen und inwieweit die Unterstützung der Situation der Lernenden (und dem mathematischen Inhalt) adaptiv angepasst ist (vgl. Kapitel 8.1).

In der folgenden Tabelle 10 sind die Adaptivitätsdimensionen des Ratings in ihrer Grundidee (vgl. Rakoczy & Pauli, 2006) inhaltlich beschrieben.

Die Dimension Differenzierung wurde im Ratingsystem auf zwei Dimensionen aufgeteilt und durch *Differenzierung* und *Lernbegleitung von fortgeschrittenen Lernenden* abgebildet, um dem Umstand Rechnung zu tragen, dass Differenzierung nicht nur „nach unten“ geschieht.

Die Grundidee der Dimensionen wurde mit möglichst verhaltensnah formulierten Indikatoren operationalisiert, die in der Lektion potenziell zu beobachten sind (vgl. Rakoczy & Pauli, 2006).

Die Indikatoren beschreiben konkretes Lehrerverhalten. Die Operationalisierung der sieben Dimensionen wurde an zwei Probevideos und an einer Auswahl der Videos der Stichprobe entwickelt und getestet.

Grundidee und Indikatoren der Adaptivitätsdimensionen

Tabelle 10 Grundidee und Indikatoren der Adaptivitätsdimensionen

Dimension	Grundidee	Indikatoren
Kognitive Aktivierung	SuS lernen durch herausfordernde Aufgabenstellungen, durch Evozieren kognitiver Konflikte und durch Reflexion der Unterschiede in Ideen (Konzepten, Positionen, Interpretationen und Lösungen) besonders wirksam. Durch angemessene hohe Qualität der Anforderungen der Denkaufträge werden SuS zum produktiven Nachdenken und Überlegen aufgefordert. Es werden Fragen/Probleme gestellt, die kognitiv anspruchsvolle Aktivitäten des Vergleichens und Analysierens erfordern: Beobachten, Erkunden, Beschreiben, Vergleichen, Begründen eines Sachverhaltes oder von Strategien. L formuliert diese Fragestellungen und Aufträge klar. SuS haben die Möglichkeit, substantielle Beiträge beizusteuern, sie sind am Vorwärtsschreiten im Lernprozess beteiligt.	<ul style="list-style-type: none"> • L stellt klare, inhaltsbezogene, bedeutungsvolle Aufträge, herausfordernde, anregende Fragen und Aufgaben (Warum-Fragen, Konzepte, Ideen, Widersprüche, kognitive Konflikte etc.). • L fordert zum Darlegen von Überlegungen auf, L gibt Anregungen für das Beschreiben oder Begründen eines Sachverhaltes, von Beobachtungen oder einer Entdeckung. • L lässt Beziehungen zwischen Sachverhalten, Vergleiche, Strategien herstellen. • L stellt Probleme, die mehr als nur Ja-Nein-/Ergebnis-Antworten bedürfen, die Aufträge verlangen kognitive Antworten und fragen nicht nur auswendig gelerntes Wissen ab. • L fordert zu Prozeduren begleitendem Sprechen auf bei der Ausführung einer Handlung (Externalisierung von Denkprozessen) als Diskussionsgrundlage.

Anmerkungen. SuS = Schülerinnen und Schüler; L = Lehrperson

Dimension	Grundidee	Indikatoren
Diskursanregung	<p>Geteiltes Wissen entsteht, indem SuS sich über ihre Überlegungen austauschen und sie miteinander vergleichen (gegenüberstellen). In partizipativen Diskursen werden SuS aufgefordert, ihre Denkweisen, Überlegungen, Verständnisse darzulegen und auf Beiträge anderer SuS zu reagieren. L regt SuS zu einem mathematischen Diskurs in der Klasse oder Gruppe an und würdigt die Schülerbeiträge, nimmt sie auf und nutzt sie für den weiteren Lernprozess. SuS sind diskursiv am Vorwärtsschreiten im Lernprozess beteiligt.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • L geht auf Schülerbeiträge ein, nimmt Schülerbeiträge auf und verwendet sie für den Lernprozess. • L fordert zum Kommentieren von Beiträgen oder Handlungen anderer SuS auf (Gegenüberstellen/Einordnen von Beiträgen, Denken wegen). • L macht Denkwege, Überlegungen zum Thema von Reflexionen. • L fragt nach, versichert sich über das Verständnis.

Dimension	Grundidee	Indikatoren
Zielgerichtetheit	<p>SuS lernen durch konsequente Verfolgung des mathematischen Kernthemas. Der Unterricht weist eine kohärente und redundante Struktur auf. Die Lernziele sind für SuS transparent und deutlich erlebbar, durch Erläuterung des Lernziels oder durch Bezug auf frühere Lernprozesse und Erkenntnisse. Sie erkennen die Relevanz bestimmter Erkenntnisse. L hat das mathematische Kernproblem, die Verste-henselemente konsequent im Blick und lässt diese präzise bearbeiten. Sie leistet Übersetzungen von Schülerbeiträgen in eine präzise Fachsprache. Durch adäquate didaktische Schritte, Fragen und Explizierungen zeigt sich eine permanente Fokussierung auf die zentralen mathematischen Konzepte.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • L legt den Fokus auf das Zentrale, zeigt auf, was wichtig ist. • L weist auf Konventionen/Übliches hin. • L fasst einen Lernprozess oder wichtige Erkenntnisse, Begriffe zusammen, rekapituliert in eigenen Worten, „Übersetzungen“ von Schülerbeiträgen. • L weist für den weiteren Arbeitsprozess auf erarbeitete Erkenntnisse oder Strategien hin und bezieht vorangehende Sequenzen/Erkenntnisse in den Lösungsprozess ein. • L macht häufige Rekapitulationen und Wiederholungen, Verweise auf vorherige Erkenntnisse -> Redundanz, Prägnanz, Explizitheit, auf den Punkt bringen. • L macht (lässt machen) Analogien/Transfer, expliziter Fokus auf Strategien.

Dimension	Grundidee	Indikatoren
Produktiver Einsatz von Arbeitsmitteln	Arbeitsmittel, Veranschaulichungen und Notationen unterstützen die SuS bei der Entwicklung und Festigung des Zahlverständnisses. Sie beinhalten mathematische Strukturen, sind nicht nur Hilfsmittel für Prozeduren. SuS müssen Arbeitsmittel, Veranschaulichungen und Notationen in ihrer Struktur verstehen, um sie nutzen zu können. L erarbeitet diese Strukturen und setzt die Arbeitsmittel, Veranschaulichungen und Notationen zweckmässig ein.	<ul style="list-style-type: none"> • L setzt Arbeitsmittel, Veranschaulichungen und Notationen ein als Unterstützung des Lernprozesses (auf verschiedenen Abstraktionsebenen, z.B. Würfel, Stellenwertkarten, Notation, in der gedanklichen Vorstellung). • L lässt Sachverhalte an Arbeitsmitteln, Veranschaulichungen und Notationen handeln oder zeigen. • L macht Anweisungen zum Einsatz, zur Verwendung von Arbeitsmitteln, Veranschaulichungen und Notationen. • L legt beim Einsatz von Arbeitsmitteln, Veranschaulichungen und/oder Notationen den Fokus auf das Verständnis der Struktur oder den systematischen Gebrauch. • L stellt explizit den Bezug zwischen unterschiedlichen Arbeitsmitteln und Veranschaulichungen, unterschiedlichen Notationsformen oder zwischen Notationen und Arbeitsmitteln bzw. Veranschaulichungen her. • Arbeitsmittel, Veranschaulichungen und Notationen treffen den Kern des mathematischen Inhalts.

Dimension	Grundidee	Indikatoren
Produktiver Umgang mit Fehlern	<p>Sowohl in individuellen Schülerarbeitsphasen als auch während des öffentlichen Unterrichts treten in der Bearbeitung von Lerninhalten Schwierigkeiten auf, SuS wissen nicht weiter, der Lern-/Lösungsprozess stockt oder gerät in eine „Sackgasse“. L nutzt Fehler als Lerngelegenheit für den Lernprozess und korrigiert sie nicht einfach nur. SuS sind an der Entwicklung der Lösung beteiligt und können daran unzutreffende Denkweisen erkennen und korrigieren. L erkennt das Lernpotenzial solcher Situationen und reagiert mit adäquaten Unterstützungsangeboten oder -methoden aus ihrem Repertoire für individuelle Denkanregung (sie setzt z.B. Scaffoldingstrategien ein). Sie unterstützt nach dem Prinzip der minimalen Hilfe.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • L erkennt das Lernpotenzial bzw. die Schwierigkeit einer Situation („Sackgasse, nicht weiterwissen“) und greift steuernd und unterstützend in die Lernprozesse ein. • L ignoriert nicht einfach die Fehler oder berichtigt bzw. lässt sie durch andere SuS be richtigen. • L versucht, Lernstand/Verständnisstand zu erfahren (Diagnosebemühungen; beobachtet aktiv SuS, fragt nach (evtl. auch bei anderen S), um zu erfahren, wie und wo der Fehler passiert ist). • L entwickelt aus dem Fehler die Weiterführung im Denkprozess. • SuS sind an der Entwicklung der Lösung des Problems beteiligt (L gibt minimale, dosierte Hilfe, sodass SuS die Chance haben, selber weiterzukommen). • L wendet Scaffoldingstrategien an: Feeding back, Giving of hints, Instruction, Explaining, Modeling, Questioning. • L überprüft ihre „Intervention“, überprüft Verständnis von SuS nach der Intervention. • L achtet darauf, dass niemand, der einen Fehler gemacht hat, blossgestellt wird.

Dimension	Grundidee	Indikatoren
Differenzierung	<p>SuS in einer Klasse weisen unterschiedliche Voraussetzungen auf. Um alle SuS individuell zu fördern, sollten Aufträge Differenzierungsmöglichkeiten beinhalten. Natürliche Differenzierung erlaubt die Bearbeitung eines Lerngegenstandes auf unterschiedlichem Anspruchsniveau. L variiert Schwierigkeiten von Aufträgen und gibt Möglichkeiten zur Selbstdifferenzierung, indem SuS z.B. Präferenzen festlegen können.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • L gibt bei Arbeitsphasen unterschiedliche Aufgaben/Aufträge vor, z.B. bezüglich Menge, Zahlraum, Abstraktionsebene etc. • L gibt explizit Wahlmöglichkeiten bezüglich Arbeitsmittel, Veranschaulichungen und Notationen oder Schwierigkeitsgrad/Zahlraum. • L bildet Gruppen, die unterschiedlich eng begleitet werden bzw. macht Angebot für begleitete individuelle Schülerarbeitsphase.
Individuelle Lernbegleitung bei fortgeschrittenen Lernenden	<p>In integrativen Schulungsformen wird manchmal die Befürchtung geäußert, die fortgeschrittenen SuS würden zu wenig gefördert. Auch erfolgreiche Lernprozesse enthalten das Potenzial für weiterführende Lernprozesse. L erkennt Lernpotenziale bei fortgeschrittenen SuS und unterstützt diese aktiv für weiterführende Lernprozesse. SuS sind an der Entwicklung weiterer Lernprozesse beteiligt und werden zu vertiefenden Erkenntnissen herausgefordert.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • L erkennt das Lernpotenzial einer Situation bei fortgeschrittenen SuS, bei gut gelösten Aufgaben oder im Verlauf eines „unproblematischen“ Lernprozesses und greift fördernd in die Lernprozesse ein. • L stellt weiterführende, kognitiv herausfordernde Aufgaben an SuS, die an einer Aufgabe dran sind oder fertig sind.

Das Gesamt der Grundidee und der Indikatoren beschreibt einen idealtypischen Unterricht oder eine idealtypische Lehrperson bezüglich der einzuschätzenden Dimension (Rakoczy & Pauli, 2006).

Ratingstufen

Die Einschätzung der Dimensionen basiert auf einer vierstufigen Antwortskala zu jeder Dimension, wobei 1 eine sehr geringe Ausprägung und 4 eine sehr hohe Ausprägung der jeweiligen Merkmale bedeutet. Die Ratingstufen stellen eine Einschätzung der Adaptivität des Unterstützungsverhaltens der Lehrperson in den ausgewählten Dimensionen dar. Als Grundregel für die Urteile gilt, dass sich einerseits die Häufigkeit bzw. der zeitliche Anteil eines gezeigten Verhaltens, die Intensität oder Ausprägung des gezeigten Verhaltens (wie viele der Indikatoren treffen zu?) und die Verteilung dieses Verhaltens innerhalb der Klasse in der Einschätzung widerspiegeln sollen, sodass von einem Gesamteindruck gesprochen werden kann (vgl. Rakoczy & Pauli, 2006). Es wurde eine vierstufige Skala gewählt, damit eine Tendenz eindeutig angegeben würde und nicht als Entscheidungsvereinfachung ein mittlerer Wert (vgl. Tabelle 11).

Tabelle 11 Ratingstufen

Ratingstufe	Bedeutung
R4	sehr hohe Ausprägung der Indikatoren; trifft voll und ganz zu; ist in hohem Masse gegeben, sehr hohe Übereinstimmung mit dem Idealtyp
R3	trifft eher zu; ist ziemlich gegeben; eher hohe Übereinstimmung mit dem Idealtyp (Tendenz nach 4)
R2	trifft eher nicht zu; ist mässig gegeben; eher geringe Übereinstimmung mit dem Idealtyp (Tendenz nach 1)
R1	sehr geringe Ausprägung der Indikatoren; trifft kaum zu; ist kaum gegeben; sehr geringe Übereinstimmung mit dem Idealtyp

Die Ratingstufe drückt den Gesamteindruck aus, basierend auf der Grundidee. Die Ratingstufe gibt die Einschätzung der Raterinnen wieder, inwiefern der tatsächliche Unterricht bzw. die Lehrperson im Video mit dieser idealtypischen Formulierung übereinstimmt (vgl. Rakoczy & Pauli, 2006). 3 und 4 kommen dem Idealtypus nah bzw. sehr nah, 1 und 2 stimmen nicht oder eher wenig mit dem Idealtypus überein. 3 und 4 bedeuten eine positive Einschätzung der Adaptivität der Lernunterstützung, 2 und 1 eine negative Einschätzung.

Als Analyseeinheit gilt die ganze Lektion. Alle zu ratenden Dimensionen beziehen sich auf die ganze Lektion. Die Qualität bestimmter Merkmale kann nur beurteilt werden, „wenn man als Beobachterin das ganze Arrangement kennt“ (Rakoczy & Pauli, 2006, S. 210). Nicht geratet wurden nicht mathematische Sequenzen oder Übergangssituationen u.Ä., wie z.B.

Informationen zum Lektionsbeginn, Besammlung im Kreis etc. Da der (adaptive) Hauptcharakter der ganzen Lektion geratet wurde, spielte die spezifische Unterteilung der Lektion in einzelne methodisch-didaktische Sequenzen bzw. deren Anzahl und Dauer keine Rolle. Die Kodiereinheit entspricht der Analyseinheit.

Ratertraining

Hoch-inferente Ratings erfordern von den Beobachtenden ein pädagogisch-didaktisches Verständnis der Instruktionsabläufe (vgl. Clausen et al., 2003). Zwei geeignete Raterinnen wurden ausgewählt und in das Konzept des integrativen Förderprogramms eingeführt. Es kann vermutet werden, dass prozedurales und deklaratives Wissen in Bezug auf den einzuschätzenden Gegenstand für ein valides und reliables Rating bedeutsam ist (Praetorius, 2014, S. 278). Um die Ratingstufen möglichst valide und reliabel zu vergeben, wurden die Raterinnen in einem ausführlichen Ratertraining geschult. Es sollte eine möglichst hohe „Konzepttreue“ erreicht werden. Durch das Training kann die Validität erhöht werden, indem ein stärkerer Bezug zu den Indikatoren hergestellt wird, die dem zu messenden Konstrukt entsprechen (Praetorius, 2013, S. 178). Es ist anzunehmen, dass externe Beobachtende aufgrund des absolvierten Trainings über eine hinreichende Beobachtungs- und Urteilskompetenz verfügen. Es ist jedoch anzumerken, dass auch durch das Ratertraining implizite Theorien über guten Unterricht nicht ganz verschwinden (Praetorius, 2014). Im Ratingmanual wurde durch die Formulierung von „Anti-Indikatoren“ (Beschreibung des Unterrichts, der die Eigenschaften *nicht erfüllt*) versucht, das Verständnis zu schärfen. Ausserdem waren die Raterinnen daran beteiligt, die Operationalisierung der Adaptivitätsdimensionen anhand der Probevideos zu präzisieren. Über mehrere Phasen wurden die Probevideos immer wieder geratet. Das gemeinsame Verständnis der Dimensionen wurde dabei diskursiv sukzessive angenähert, geformt und angeglichen.

Fünf Videos, die nach verschiedenen Kriterien aus der Stichprobe ausgewählt wurden (z.B. Anwesenheit einer zweiten Lehrperson bzw. Art der Förderung der rechenschwachen Schülerinnen und Schüler, günstiger bzw. ungünstiger Ersteindruck bezüglich adaptiver Lernunterstützung bei der Visionierung der Videos durch die Autorin) wurden anschliessend diskursiv geratet, um sie als Referenzratings zu verwenden.

Durchführung des Ratings

Das Video wurde als Ganzes mit allen Dimensionen auf einmal geratet. Um sich mit dem Inhalt und den Zielen der Lektion vertraut zu machen, studierten die Raterinnen vor dem jeweiligen Rating den entsprechenden Lektionsplan (vgl. Kapitel 7). Auch die bei der Datenaufbereitung verfassten Lektionsverläufe (vgl. Kapitel 8.5.3) dienten als Vorbereitung und Antizipation des „Arrangements“ (vgl. oben Rakoczy & Pauli, 2006). Die Überlegungen zu Entscheiden sowie

allfällige Tendenzen wurden in Notizen festgehalten. Die einzelnen Ratings wurden mit den Ratings (und den Notizen) der Referenzvideos abgestimmt. Zur Validierung wurde das Video mit etwas zeitlichem Abstand noch einmal angeschaut und mit dem (eigenen) bestehenden Rating verglichen. Allfällige Änderungen wurden dokumentiert. Die eine Hälfte der Videos (inkl. IF-Videos) wurde von der Autorin und der einen Raterin geratet, die zweite Hälfte von der Autorin und der anderen Raterin.

Jeweils nach drei bis vier Videos wurden die Ratings innerhalb des „Ratingpaares“ im Konsensverfahren validiert: Nach dem unabhängigen Urteil wurde, falls die Ratings nicht übereinstimmten, diskursiv ein Konsensurteil gefällt. Diese Entscheide mit den entsprechenden Begründungen und Verweisen auf Referenzratings sowie die zuvor unterschiedlichen Ratings wurden in einem Dokument festgehalten. Die individuellen Ratings wurden zu Dokumentationszwecken aufbewahrt. Die hinzugekommenen validierten Ratings wurden im weiteren Verlauf auch als Referenzratings eingesetzt.

Reliabilitäts- und Validitätsprüfung

Die beiden Zweitraterinnen werden in den folgenden Reliabilitätsanalysen (nach Wirtz & Caspar, 2002) nicht unterschieden, da die Fallzahlen ansonsten zu klein würden für aussagekräftige Berechnungen.

Tabelle 12 Reliabilitätsanalysen

Dimensionen	Prozentuale Übereinstimmung	IR Kendall Tau b	ICC (durchschnittliche Masse)
Kognitive Aktivierung	75.8% (87.5%)	.83 (.93)***	.93 (.98)
Diskursanregung	75.8% (75.0%)	.85 (.93)***	.94 (.95)
Zielgerichtetheit	68.9% (75.0%)	.77 (.84)***	.92 (.93)
Produktiver Einsatz von Arbeitsmitteln	82.7% (71.9%)	.76 (.90)***	.91 (.97)
Produktiver Umgang mit Fehlern	66.6% (70.0%)	.63 (.71)***	.81 (.89)
Differenzierung ¹	42.3%	.57***	.73
Lernbegleitung für Fortgeschrittene ¹	74.9%	.67***	.90

Anmerkungen. Reliabilitäten für Lehrpersonen (IF-Lehrpersonen). ¹Items wurden nur bei den Lehrpersonen geratet. *** Signifikanzniveau $\leq .001$

Es wurden alle individuell gerateten Fälle einbezogen. Die Reliabilität gibt an, ob systematische Ratereffekte bestehen. Die Reliabilitätsprüfung fällt mit Ausnahme der Dimension Differenzierung zufriedenstellend aus (vgl. Tabelle 12).

Die prozentuale Raterübereinstimmung weist für die Dimensionen Werte zwischen 42% und 83% für die Ratings der Lehrpersonen aus, für die IF-Lehrpersonen zwischen 70% und 88%.

Die Dimension Differenzierung hat als einzige mit 43% eine deutlich ungenügende Übereinstimmung. In einer rekodierten Variante, wo Differenzierung nur als dichotomes Merkmal als „kommt vor – kommt nicht vor“ erfasst wurde, konnte die Übereinstimmung auf 78% gesteigert werden (ebenso die Lernbegleitung auf 83%). Bei der Berechnung der prozentualen Übereinstimmung von mindestens ordinalen Daten geht jedoch Information verloren (Wirtz & Caspar, 2002), da diese nur Entscheidungen über die Gleichheit bzw. Ungleichheit des Ratings, jedoch nicht die Entfernung der Ungleichheit einbezieht.

Die Interraterreliabilität für mindestens ordinale Daten (Kendall Tau b) entspricht abgesehen von der Dimension *Differenzierung* den Anforderungen. Die Raterinnen vergeben somit die Werte sowohl bei den Lehrpersonen als auch bei den IF-Lehrpersonen in konsistenter Weise. Durch die dichotome Rekodierung der Dimension *Differenzierung* wurde keine Verbesserung der Reliabilität (Kendall Tau b) erreicht. Auch bei der Reliabilitätsprüfung für intervallskalierte Daten ergibt sich das gleiche Bild: Die Reliabilität der Dimension *Differenzierung* fällt gegenüber den anderen Dimensionen ab. Die Analysen für ordinale Daten belegen (ausser für die Dimension *Differenzierung*) eine zufriedenstellende bis gute Konsistenz bei der Vergabe der Werte durch die Raterinnen. Die Analysen für intervallskalierte Daten belegen eine hohe innere Konsistenz, eine hohe Trennschärfe und keine Rater-Objekt-Effekte. Die Ratingstufen wurden so konstruiert, dass sie eine gleichmässige Abstufung implizieren. Da sowohl die Reliabilitätsanalyse für ordinale Daten wie für metrische zu einer ähnlich guten Reliabilität des Rating-systems führen, ist die Frage nach der Skalierung der Daten nicht prioritär (vgl. Wirtz & Caspar, 2002).

Die Dimension *Differenzierung* erreicht ungenügende Werte. Es kann festgehalten werden, dass bezüglich der anderen Dimensionen das Ratingsystem reliabel eingesetzt wurde.

Die Eignung einer rein mathematischen Bestimmung der Qualität von Ratings über die zentrale Tendenz der Ratereneinschätzung, wie sie in der Unterrichtsforschung vorwiegend eingesetzt wird, wird jedoch auch kritisch hinterfragt. Sie zeige nur sogenannte „geteilte Wahrnehmungen“ auf, müsse jedoch nicht im Zusammenhang mit der tatsächlichen Merkmalsausprägung stehen, sodass auch ein „kollektiver Irrtum“ der Raterinnen vorliegen könnte. Die bisherige Überprüfung der Ratingqualität mittels Interrater-Übereinstimmungen stelle demnach kein hinreichendes Kriterium für die Feststellung der Ratingqualität eines Ratingsystems dar (Praetorius, 2014, S. 277f.). Hier könnte die Generalisierbarkeitstheorie mit dem *relativen Generalisierbarkeitskoeffizienten* G eingesetzt werden. Damit kann die gemessene Variation auf verschiedene potenzielle Varianzquellen zurückgeführt und deren relativen Anteil an der Varianz bestimmt werden (Clausen et al., 2003): Welcher Anteil der vorliegenden Variation

bildet tatsächliche Unterschiede zwischen Unterrichtsstunden (die „wahre“ Varianz) ab, welcher Anteil ist auf charakteristische Unterschiede in der Beurteilung der Unterrichtsstunden durch mehrere Raterinnen (systematische Fehlervarianz, Strenge-, Milde-, Extrem- und Mittetendenzen) zurückzuführen, wie viel unsystematische Variation (unsystematische Fehlervarianz) liegt vor? Dafür wären jedoch Designs mit mehr als zwei Raterinnen über alle Videos sinnvoll, deshalb wird hier auf die Berechnung des G-Koeffizienten verzichtet.

Die Validität des Instruments wurde durch mehrere Massnahmen gesichert: Das Ratingsystem wurde unter Mitwirkung der Raterinnen erprobt und modifiziert. Die Autorin als Verfasserin des Ratingsystems war an allen Ratings beteiligt. Dadurch sollte sogenannten „kollektiven Irrtümern“ entgegengewirkt werden. Nach wenigen Ratingdurchgängen wurden diese Ratings im Konsensverfahren validiert, bevor weitere Videos geratet wurden. Die durchgeführten Ratings wurden im weiteren Verlauf als zusätzliche Referenzratings eingesetzt, die gesamte Phase ab der Erstellung des Ratingsystems bis zum Ende der Ratingphase bestand somit aus einem fortwährenden Übereinstimmungs- und Validierungsprozess.

8.5.5 Auswertung der Daten

Für die Beantwortung der Forschungsfragen (vgl. Kapitel 8.1) wurden folgende Analysen vorgenommen:

- Faktorenanalyse
- Konstruktion von Adaptivitätsstufen
- Deskriptive Statistik (Verteilungen, Mittelwertvergleiche, Korrelationen)
- Vergleichende Fallbeschreibung

Faktorenanalyse

In einer explorativen Faktoranalyse wurde überprüft, inwiefern sich die im Konzept der adaptiven Lernunterstützung ALU (vgl. Kapitel 5) theoretisch hergeleiteten Adaptivitätsdimensionen im untersuchten Unterricht zeigen bzw. welche Zusammenhänge zwischen den Dimensionen bestehen. Es laden alle Dimensionen ausser *Differenzierung* auf einen Faktor mit Ladungen zwischen .60 und .91 (vgl. Tabelle 13). Diese zuletzt genannte Dimension lädt auf einen zweiten Faktor mit der Faktorladung .98. Cronbach's Alpha beträgt .85.

Tabelle 13 Faktorenanalyse Zweifaktorenlösung für Adaptive Lernunterstützung

Dimension	Faktorladung	
	1	2
Kognitive Aktivierung	.91	-.18
Diskursanregung	.91	-.09
Zielgerichtetheit	.87	.07
Einsatz von Arbeitsmitteln	.84	.22
Umgang mit Fehlern	.88	.01
Differenzierung	-.09	.98
Individuelle Lernbegleitung	.60	.14

Cronbach's Alpha: .85

Die Dimensionen *kognitive Aktivierung*, *Diskursanregung*, *Zielgerichtetheit*, *Arbeitsmittel*, und *Umgang mit Fehlern* des Konzepts ALU werden zu einer Skala zusammengefasst. Da die Dimension *individuelle Lernbegleitung* für fortgeschrittene Lernende in der theoretischen Konstruktion des Konzepts nicht erscheint, da sie eine Unterkategorie der Dimension *Differenzierung* darstellt und die sogenannte „Differenzierung nach oben“ genauer erfasst (vgl. S. 117), wird sie nicht in die Adaptivitätsskala aufgenommen.

Bildung von Adaptivitätsstufen

Die Adaptivitätsskala legt nahe, dass die individuelle Adaptivität als Summen- oder Mittelwert der Ratingwerte abgebildet werden kann. Da gleiche Rangniveaus unterschiedliche Profile aufweisen können, wurden, um die Adaptivitätsniveaus der Lehrpersonen in Gruppen zu fassen, zur Beschreibung der Adaptivitätsniveaus drei Adaptivitätsstufen gebildet:

- Tiefe Adaptivitätsstufe: Über alle fünf Dimensionen hinweg werden die Werte 1 und 2 und höchstens einmal der Wert 3 erreicht.
- Mittlere Adaptivitätsstufe: Bei allen fünf Dimensionen werden entweder die Werte 2 und 3 erreicht, oder die Werte verteilen sich zudem über mindestens drei Ratingstufen.
- Hohe Adaptivitätsstufe: Über alle Dimensionen hinweg werden die Werte 3 und 4 und höchstens einmal der Wert 2 erreicht.

Insbesondere innerhalb der mittleren Stufe kann das adaptive Unterstützungsverhalten mit gleichem Rangniveau ein sehr unterschiedliches Profil aufweisen, je nachdem ob vor allem mittlere Werte (z.B. 2 3 3 2 3 -> homogen) oder hohe und tiefe Werte (z.B. 1 2 4 4 2 -> heterogen) erreicht wurden (vgl. Abbildung 9).

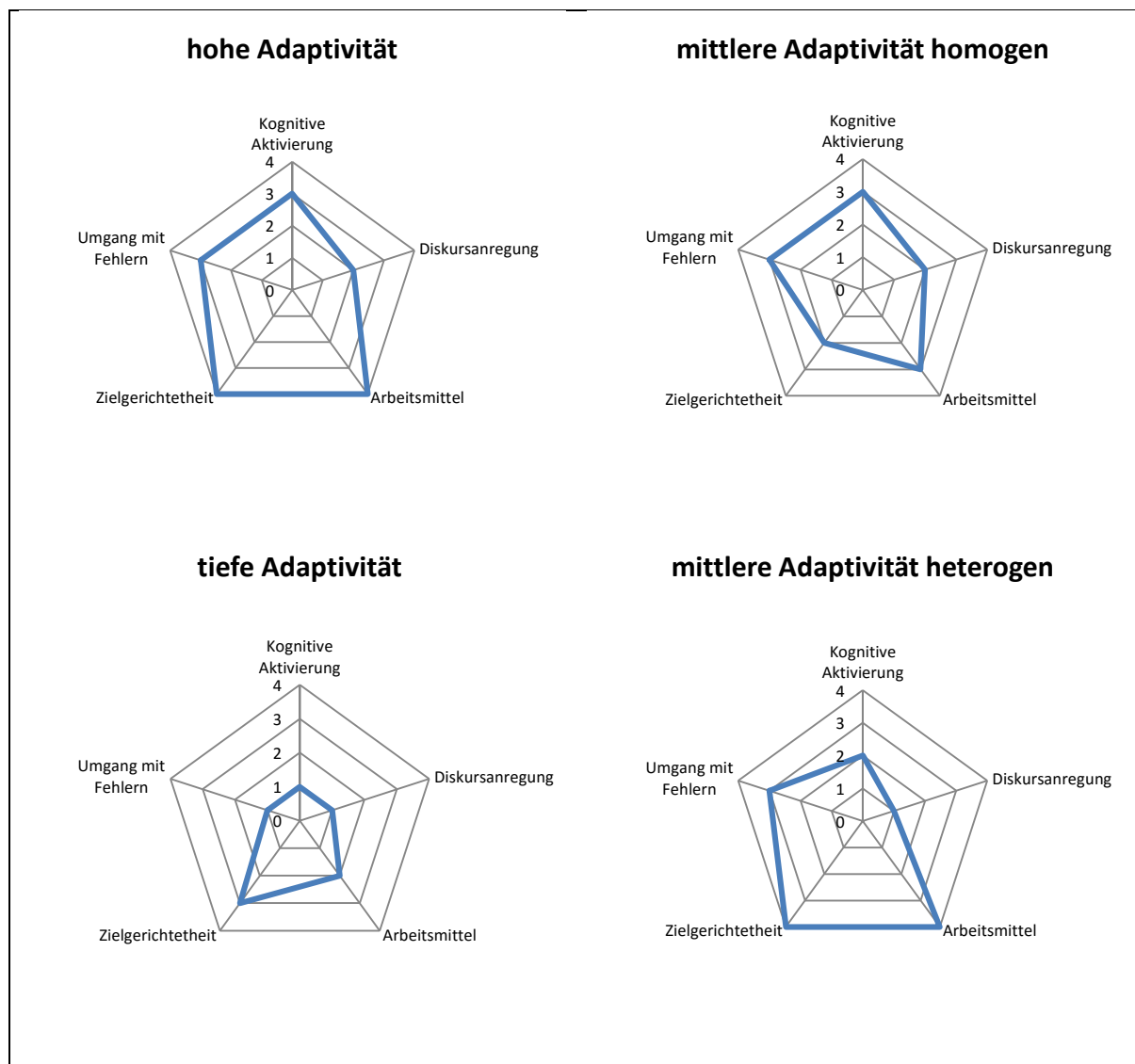


Abbildung 9 Beispiele: Profile für hohe, mittlere und tiefe Adaptivität

Gerade weil Adaptivität oft als Lehrkompetenz definiert wird (vgl. Kapitel 4.2), ist es zentral, Ansatzpunkte dafür zu erhalten, in welchen Adaptivitätsdimensionen die Lehrpersonen ein Verbesserungspotenzial aufweisen. Deshalb werden die Ergebnisse auch nach den einzelnen Dimensionen präsentiert.

Fallstudien

Um Unterschiede in der adaptiven Lernunterstützung darzustellen, werden drei Fallstudien durchgeführt: Die adaptive Lernunterstützung von je einer Lehrperson der hohen bzw. tiefen Adaptivitätsstufe wird in Bezug auf die einzelnen Adaptivitätsdimensionen beschrieben und mit Transkriptionen aus dem Video illustriert. Um den Fokus auf die adaptive Lernunterstützung von rechenschwachen Schülerinnen und Schülern zu richten, wird eine analoge Fallstudie zu einer IF-Lehrperson durchgeführt, die eine Gruppe von fünf Schülerinnen über eine längere Zeit während der Lektion begleitet.

9 Ergebnisse

Im Folgenden werden die Forschungsfragen beantwortet, die im Rahmen dieser Videostudie gestellt wurden (vgl. Kapitel 8.1).

Zur Interpretation der Ergebnisse soll eine Vorbemerkung angeführt werden: Die Ratings beschreiben nicht den ganzen Unterricht, sind demnach auch keine Bewertungen des ganzen Unterrichts. Sie beschreiben ausgewählte Beobachtungsschwerpunkte aus einer ausgewählten Lektion. Ein tiefes Rating bedeutet nicht verallgemeinert einen ungenügenden Unterricht, sondern ein geringes Vorkommen dieser Beobachtungs-Schwerpunkte in dieser Lektion. Das Rating beurteilt die adaptive Lernunterstützung im Sinne eines Angebots (vgl. Angebots-Nutzungs-Modell, S. 40), also das, was die Schüler „an teaching erhalten“ (Jones & Brownell, 2014, S. 113), bzw. die Kompetenz der Lehrperson, dieses Angebot bereitzustellen. Durch das Rating wird jede Lektion bezüglich der adaptiven Lernunterstützung durch die verteilten Werte charakterisiert. Die Analyse zielt auf die Identifikation verallgemeinerbarer Handlungsstrukturen im Unterstützungsverhalten und in der verstehensorientierten Gestaltung von Lernprozessen im integrativen Mathematikunterricht (vgl. Leiss, 2010, S. 209). Es geht darum, aufzuzeigen, wie eine Auswahl von Lehrpersonen (freiwillige Teilnehmende), die durch das Forschungsteam in einer bestimmten Weise für adaptive Lernunterstützung instruiert wurde (Lektionspläne, Arbeitsmittel, Einführungsinstruktion und begleitende Instruktion in Gruppen), Schülerinnen und Schüler in ihren mathematischen Verstehensprozessen unterstützt.

Die Lektionen sollen bezüglich der Umsetzung der Lektionspläne und der Adaptivität in die aktuelle theoretische fachdidaktische Diskussion eingeordnet werden. Die diesbezügliche Bewertung gibt Hinweise auf Verbesserungsmöglichkeiten der adaptiven Kompetenz. Die Ergebnisse werden anonymisiert dargestellt, für teilnehmende Lehrpersonen ist jedoch evtl. ein Rückschluss auf ihre eigene Lektion möglich.

9.1 Ausprägung der adaptiven Lernunterstützung im integrativen Mathematikunterricht

Forschungsfrage 1: Welche Adaptivitätsausprägungen der Lernunterstützung können in der Unterrichtspraxis der Lehrpersonen festgestellt werden?

Es wurde ein Konzept der adaptiven Lernunterstützung ALU entwickelt, das auf konstruktivistischen und soziokulturellen Lerntheorien, auf Konzepten zu Adaptivität und Scaffolding und auf empirischen Befunden zur effektiven Unterstützung von Schülerinnen und Schülern mit Lernschwierigkeiten im Bereich Mathematik basiert. Das Konzept zeigt auf, dass sich die

Adaptivität der Lernunterstützung nicht nur auf das situative Moment des Lernens bzw. der Problembewältigung ausrichtet, sondern schon in der Unterrichtsplanung adaptive Aspekte inhärent sind, die sich im konkreten Unterricht manifestieren. Im Konzept wird adaptive Lernunterstützung deshalb als Zusammenspiel von sechs Adaptivitätsdimensionen definiert: *kognitive Aktivierung*, *Diskursanregung*, *Zielgerichtetheit*, *produktiver Einsatz von Arbeitsmitteln*, *produktiver Umgang mit Fehlern* und *Differenzierung*.

Mittels einer explorativen Faktorenanalyse (vgl. S. 128) wurde festgestellt, dass die Dimensionen *kognitive Aktivierung*, *Diskursanregung*, *Zielgerichtetheit*, *produktiver Einsatz von Arbeitsmitteln*, *produktiver Umgang mit Fehlern* auf einen Faktor laden. Aus diesen fünf Dimensionen wurde die „Adaptivitätsskala“ gebildet, aus der drei Adaptivitätsstufen konstruiert wurden (vgl. S. 129), um die adaptive Lernunterstützung der Lehrpersonen in Gruppen zu fassen.

Adaptivitätsausprägungen der Lehrpersonen

Obwohl die Adaptivitätsskala (vgl. S. 128) zeigt, dass die individuelle Adaptivität als Mittelwert abgebildet werden kann, wurden drei Adaptivitätsstufen (hoch, mittel, tief) gebildet (vgl. Kapitel 8.5.5), um die Adaptivitätsniveaus der Lehrpersonen in Gruppen zu fassen. Gut die Hälfte der Lehrpersonen (18 Lehrpersonen, 54%) erreicht eine hohe Adaptivitätsstufe (vgl. Tabelle 14). Nur knapp 15% befinden sich in der tiefsten Adaptivitätsstufe. Der Mittelwert der Adaptivitätsausprägung bei den Lehrpersonen beträgt 2.87 (SD = .95).

Tabelle 14 Adaptivitätsausprägungen und Adaptivitätsstufen Lehrpersonen (L)

Ausprägung	Adaptivitätsstufe tief					Adaptivitätsstufe mittel						Adaptivitätsstufe hoch				
	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	3.0	3.2	3.4	3.6	3.8	4.0
L N = 34	2	2	0	1	0	1	5	1	3	1	0	4	1	5	3	5

Anmerkungen. 2.5 aufgerundet auf 2.6; 3.5 aufgerundet auf 3.6; Mittelwert L = 2.87 (SD = .95)

Die Adaptivitätsausprägungen der hohen Adaptivitätsstufe bewegen sich zwischen 3.20 und 4.00, diejenigen der mittleren Adaptivitätsstufe zwischen 2.00 und 2.80, diejenigen der tiefsten Adaptivitätsstufe zwischen 1.00 und 1.60. Fünf Lehrpersonen aus der höchsten Adaptivitätsstufe erreichen den maximalen Mittelwert 4. Zwei Lehrpersonen erreichen in der tiefsten Adaptivitätsstufe den minimalen Mittelwert 1.

Adaptivitätsausprägungen in einzelnen Dimensionen

Dieser Ergebnisteil wird aus Gründen der direkteren Vergleichbarkeit mit der Unterscheidung nach Gruppen (INT^{BEG}, INT^{MAT}) präsentiert; im Kapitel 9.4 wird auf diese Unterschiede in Bezug auf die Forschungsfrage 4 eingegangen.

Wie dargestellt, unterscheidet sich die Adaptivitätsausprägung der Lehrpersonen zum Teil deutlich. Da gleiche Adaptivitätsausprägungen (Skalenmittelwerte) insbesondere im mittleren Bereich sehr unterschiedliche Profile aufweisen können, interessiert die Ausprägung der einzelnen Adaptivitätsdimensionen, also welche Dimensionen besonders hohe bzw. tiefe Ausprägungen aufweisen. Abbildung 10 gibt einen Überblick über die prozentuale Verteilung der Ratingstufen (R1–R4) pro Adaptivitätsdimension über alle Lehrpersonen. Über alle Lehrpersonen hinweg können Adaptivitätsausprägungen über die ganze Werteskala von 1 bis 4 festgestellt werden.

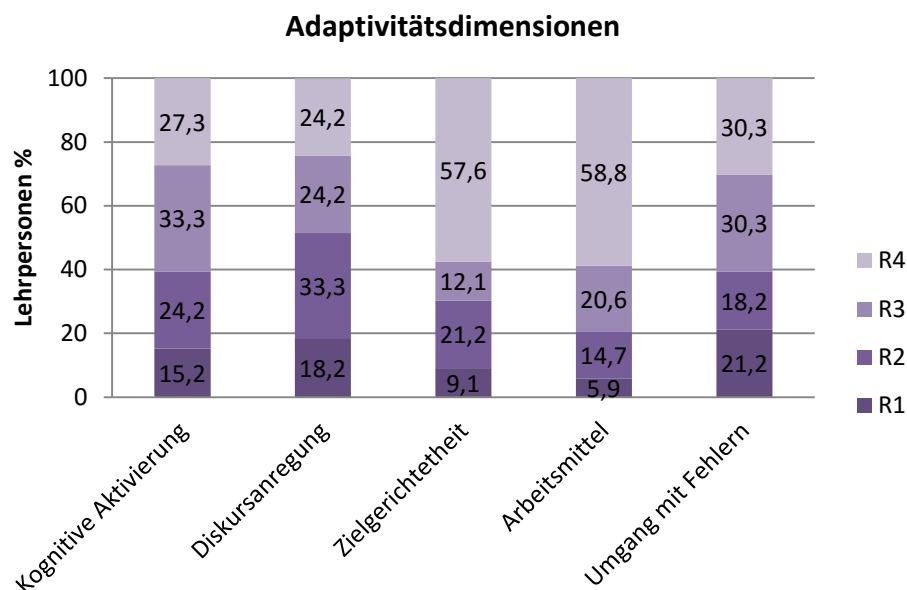


Abbildung 10 Adaptivitätsdimensionen – Verteilung Rating

In der Tabelle 15 wird ein Überblick über die Verteilung der Dimensionsausprägungen und die Mittelwerte der Ausprägungen nach Gruppen gezeigt, die im Folgenden pro Dimension erläutert werden (vgl. Abbildung 11 bis Abbildung 15).

Da sich die beiden Interventionsgruppen in ihrer Anzahl Klassen ($n_{\text{INT}^{\text{BEG}}L} = 20$, $n_{\text{INT}^{\text{MAT}}} = 14$) deutlich unterscheiden (ausgeschiedene Klassen wegen Widerrufs der Videoerlaubnis oder ungenügender Umsetzung), muss bei der Gegenüberstellung der Gruppen beachtet werden, dass die absoluten Zahlen nicht direkt miteinander verglichen werden können.

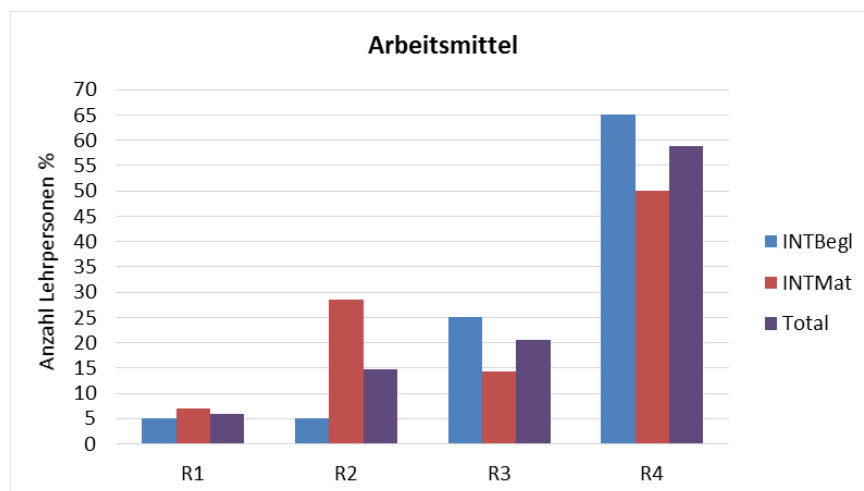
Tabelle 15 Anzahl Lehrpersonen pro Dimensionsausprägung nach Gruppen

Dimension	Gruppe	Mittelwert Rating (SD)	Rating Lehrpersonen, N = 34			
			R1	R2	R3	R4
Kognitive Aktivierung	Total	2.73 (1.04)	5 (15.2) ¹	8 (24.2)	11 (33.3)	9 (27.3)
	INT ^{BEG} L	2.74 (.87)	1	7	7	4
	INT ^{MAT}	2.71 (1.27)	4	1	4	5
Diskursanregung	Total	2.55 (1.06)	6 (18.2)	11 (33.3)	8 (24.2)	8 (24.2)
	INT ^{BEG} L	2.53 (.96)	2	9	4	4
	INT ^{MAT}	2.57 (1.22)	4	2	4	4
Zielgerichtetheit	Total	3.18 (1.07)	3 (9.1)	7 (21.2)	4 (12.1)	19 (57.6)
	INT ^{BEG} L	3.37 (.90)	0	5	2	12
	INT ^{MAT}	2.93 (1.27)	3	2	2	7
Arbeitsmittel	Total	3.32 (.95)	2 (5.9)	5 (14.7)	7 (20.6)	20 (58.8)
	INT ^{BEG} L	3.50 (.83)	1	1	5	13
	INT ^{MAT}	3.07 (1.07)	1	4	2	7
Umgang mit Fehlern	Total	2.70 (1.13)	7 (21.2)	6 (18.2)	10 (30.3)	10 (30.3)
	INT ^{BEG} L	2.80 (.95)	2	5	8	5
	INT ^{MAT}	2.54 (1.39)	5	1	2	5

Anmerkungen. R1 = Ratingwert 1, R2= Ratingwert 2, R3 = Ratingwert 3, R4 = Ratingwert 4. ¹Anzahl Lehrpersonen (prozentualer Anteil). Aus unterrichts- und aufnahmetechnischen Gründen konnten bei einigen Lehrpersonen nicht alle Dimensionen geratet werden.

Dimension Arbeitsmittel

Bezüglich der Adaptivitätsdimension *Arbeitsmittel* erreichen die Lehrpersonen die höchsten Ausprägungen (vgl. Abbildung 11). Der Mittelwert bei den Lehrpersonen beträgt 3.32 (SD = .95).

Abbildung 11 Dimension *Arbeitsmittel* – Rating nach Gruppe

59% der Lehrpersonen erreichen die höchste Ausprägung (R4), weitere 21% die Ausprägung R3 und nur 5% die Ausprägung R1, d.h. ca. 80% der Lehrkräfte unterstützen die Schülerinnen und Schüler bezüglich dieser Dimension adaptiv.

Dimension Zielgerichtetheit

Auch bezüglich der Adaptivitätsdimension *Zielgerichtetheit* (vgl. Abbildung 12) weisen die Lehrpersonen insgesamt eine hohe Adaptivität auf (58% mit der höchsten Ausprägung R4, 12% mit der zweithöchsten Ausprägung R3 ($M = 3.18$, $SD 1.07$)).

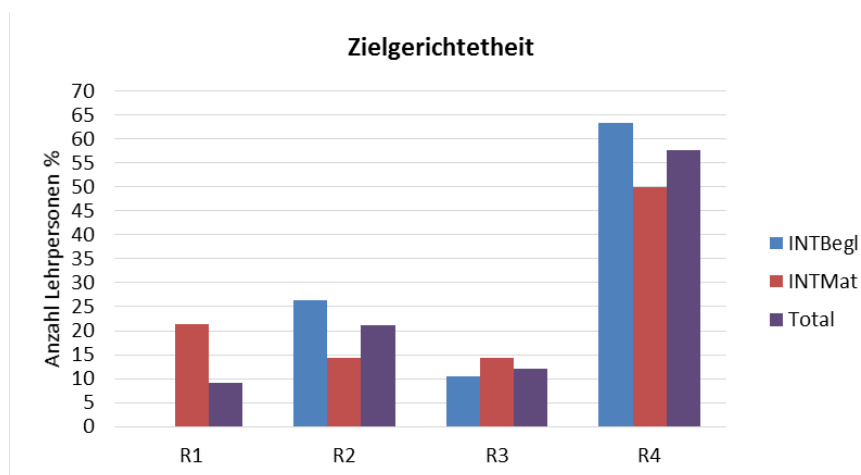


Abbildung 12 Dimension *Zielgerichtetheit* – Rating nach Gruppe

Das bedeutet, dass auch bezüglich dieser Dimension 70% der Lehrkräfte adaptiv unterstützen. Bei etwa einem Drittel finden sich jedoch auch tiefe Ausprägungen, d.h. diese Lehrpersonen unterstützen bezüglich dieser Dimension wenig adaptiv.

Dimension Kognitive Aktivierung

Bezüglich der Adaptivitätsdimension *Kognitive Aktivierung* unterstützen 60% der Lehrpersonen adaptiv ($M = 2.73$, $SD = 1.04$).

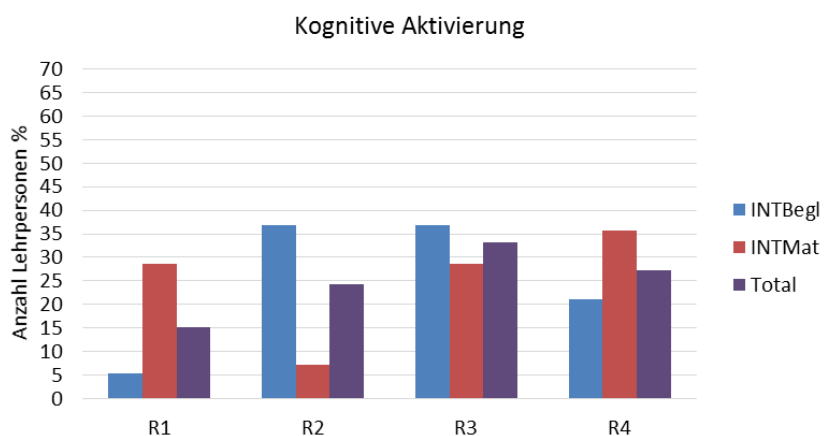


Abbildung 13 Dimension *Kognitive Aktivierung* – Rating nach Gruppe

27% weisen die höchste Ausprägung auf (R4), 33% die zweithöchste (R3), 24% die zweittiefste (R2) und 15% die tiefste Ausprägung (R1) (vgl. Abbildung 13).

Dimension Umgang mit Fehlern

Ein ähnliches Bild zeigt sich bezüglich der Adaptivitätsdimension *Umgang mit Fehlern*: Wiederum unterstützen 60% der Lehrpersonen im Umgang mit Fehlern adaptiv (vgl. Abbildung 14).

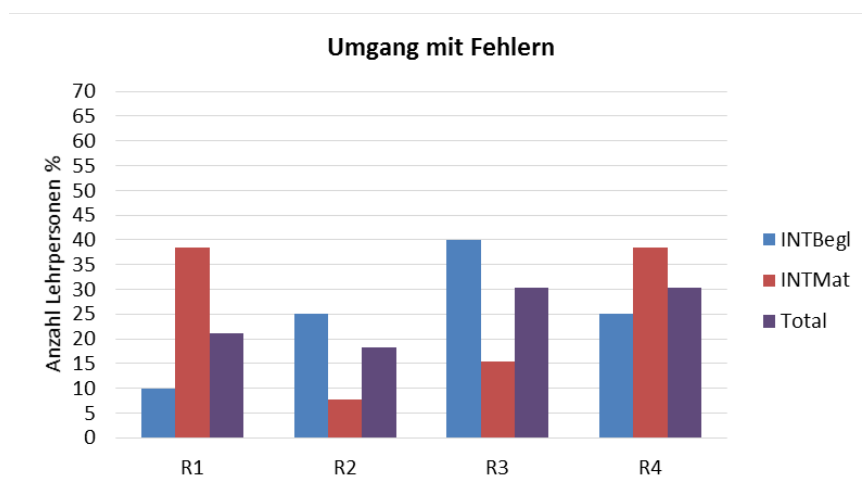


Abbildung 14 Dimension *Umgang mit Fehlern* – Rating nach Gruppe

Jeweils ca. 30% der Lehrpersonen weisen hohe Adaptivitätsausprägungen auf (R3 und R4), etwa 40% tiefe (R1 und R2) ($M = 2.70$, $SD = 1.13$).

Dimension Diskursanregung

In den Adaptivitätsdimensionen *kognitive Aktivierung*, *produktiver Einsatz von Arbeitsmitteln*, *Zielgerichtetheit* und *produktiver Umgang mit Fehlern* unterstützten 60–80% der Lehrpersonen adaptiv. Ein etwas anderes Bild zeigt sich bezüglich der Dimension *Diskursanregung* (vgl. Abbildung 15).

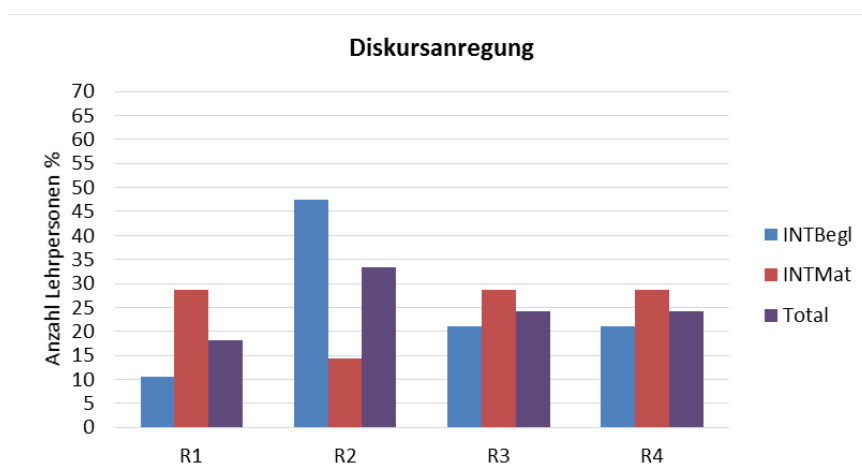


Abbildung 15 Dimension *Diskursanregung* – Rating nach Gruppe

Jeweils knapp 25% der Lehrkräfte weisen eine hohe und sehr hohe Ausprägung auf (R3 und R4), 33% die Ausprägung R2 und 18% die Ausprägung R1 ($M = 2.55$, $SD = 1.06$).

Dimensionen Differenzierung und Individuelle Lernbegleitung bei fortgeschrittenen Lernenden

Die Dimension *Differenzierung* wurde aufgrund der Ergebnisse der explorativen Faktorenanalyse (vgl. S. 128) nicht in die Adaptivitätsskala aufgenommen. Der Vollständigkeit halber sollen hier die Ausprägungen dieser Dimension sowie der Unterkategorie *Lernbegleitung bei fortgeschrittenen Lernenden* ergänzt werden (vgl. Tabelle 16).

Tabelle 16 Anzahl Lehrpersonen pro Dimensionsausprägung *Differenzierung* und *Individuelle Lernbegleitung*

Dimension	Rating Lehrpersonen, N = 33			
	R1	R2	R3	R4
Differenzierung	3	12	6	12
Individuelle Lernbegleitung bei fortgeschrittenen Lernenden	23	4	3	3

Anmerkungen. R1 = Ratingwert 1, R2= Ratingwert 2, R3 = Ratingwert 3, R4 = Ratingwert 4. Aus unterrichtstechnischen Gründen wurden bei einer Lehrpersonen diese Dimensionen nicht geratet.

In der Dimension *Differenzierung* erreichten 54.5% eine hohe Ausprägung und 45.5% eine tiefe Ausprägung. In der Dimension *Lernbegleitung bei fortgeschrittenen Lernenden* erreichten 18.2% eine hohe Ausprägung und 81.8% eine tiefe Ausprägung, diese Dimension wurde nur in 30.3% der Videolektionen beobachtet.

Fazit 1: Insgesamt kann festgehalten werden, dass mehr als die Hälfte der Lehrpersonen der hohen Adaptivitätsstufe zugeordnet werden kann, dass es jedoch auch grosse Unterschiede zwischen den Lehrpersonen gibt. Die Ausprägungen der Adaptivität der Lernunterstützung manifestieren sich in der ganzen Breite der Adaptivitätsskala. Besonders viele Lehrpersonen weisen bezüglich der beiden Dimensionen *Arbeitsmittel* und *Zielgerichtetheit* eine hohe Adaptivität auf, 70–80% der Lehrpersonen setzen die Arbeitsmittel verstehensorientiert ein und fokussieren die zentralen Verstehenselemente. Bei den Dimensionen *kognitive Aktivierung* und *Umgang mit Fehlern* zeigen sich hohe Ausprägungen etwas weniger häufig (60%). Die Adaptivität manifestiert sich am wenigsten deutlich in der Dimension *Diskursanregung* (50%).

In der Dimension *Differenzierung*, die nicht Teil der Adaptivitätsskala ist, wurde von knapp 55% der Lehrpersonen eine hohe Adaptivitätsausprägung erreicht, in der Unterkategorie *Lernbegleitung bei fortgeschrittenen Lernenden* erreichten weniger als 20% eine hohe Ausprägung.

9.2 Unterschiede der adaptiven Lernunterstützung zwischen Lehrpersonen und IF-Lehrpersonen

Forschungsfrage 2: Inwiefern unterscheidet sich die Adaptivität der Lernunterstützung der Lehrpersonen und der IF-Lehrpersonen?

Schülerinnen und Schüler mit besonderem Förderbedarf sind besonders angewiesen auf adaptive Lernunterstützung (vgl. Kapitel 4). Diese Schülerinnen und Schüler werden oft von einer IF-Lehrperson unterstützt. Deshalb wurde auch die adaptive Lernunterstützung der IF-Lehrperson untersucht, falls diese an der Videolektion beteiligt war. Da es sich bei den IF-Lehrpersonen um eine sehr kleine Stichprobe handelt, müssen diese Ergebnisse vorsichtig interpretiert werden.

Adaptivitätsausprägungen der IF-Lehrpersonen

Die IF-Lehrpersonen verteilen sich ausgeglichen auf alle drei Adaptivitätsstufen, in der mittleren Adaptivitätsstufe befindet sich eine IF-Lehrperson mehr als in der tiefen und hohen Adaptivitätsstufe (vgl. Tabelle 17). Der Mittelwert der Adaptivitätsausprägung beträgt bei den IF-Lehrpersonen 2.37 (SD = 1.06) und ist tiefer als bei den Lehrpersonen (Mittelwert 2.87, SD = .95, vgl. Tabelle 14).

Tabelle 17 Adaptivitätsausprägungen und Adaptivitätsstufen IF-Lehrpersonen (IF)

Adaptivitätsstufe Ausprägung	Adaptivitätsstufe tief					Adaptivitätsstufe mittel						Adaptivitätsstufe hoch				
	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	3.0	3.2	3.4	3.6	3.8	4.0
IF N = 13	4	0	0	0	0	0	1	0	3	0	1	2	0	1	0	1
	4 (30.8%)					5 (38.5%)						4 (30.8%)				

Anmerkungen. 2.5 aufgerundet auf 2.6; 3.5 aufgerundet auf 3.6; Mittelwert = 2.37 (SD = 1.06).

Eine der IF-Lehrpersonen, die mit einer Kleingruppe gearbeitet haben, erreicht den maximalen Mittelwert 4, und alle vier IF-Lehrpersonen der tiefen Adaptivitätsstufe erreichen den minimalen Mittelwert 1.

Adaptivitätsausprägungen der IF-Lehrpersonen in einzelnen Dimensionen

Da die Stichprobe der IF-Lehrpersonen nur 13 beträgt, wurde auf die Aufgliederung nach Gruppen verzichtet (vgl. Tabelle 18). Über alle IF-Lehrpersonen hinweg können Adaptivitätsausprägungen über die ganze Werteskala von 1 bis 4 festgestellt werden.

Tabelle 18 Anzahl IF-Lehrpersonen pro Dimensionsausprägung

Dimension	Mittelwert Rating (SD)	Rating IF-Lehrpersonen, N = 13			
		R1	R2	R3	R4
Kognitive Aktivierung	2.30 (1.16)	3	3	2	2
Diskursanregung	2.20 (1.14)	3	4	1	2
Zielgerichtetheit	2.60 (1.27)	3	1	3	3
Arbeitsmittel	2.62 (1.33)	4	2	2	5
Umgang mit Fehlern	2.33 (1.16)	4	2	4	2

Anmerkungen. R1 = Ratingwert 1, R2= Ratingwert 2, R3 = Ratingwert 3, R4 = Ratingwert 4. Aus unterrichts- und aufnahmetechnischen Gründen konnten bei einigen IF-Lehrpersonen nicht alle Dimensionen geratet werden.

Grundsätzlich zeigt sich bezüglich der Adaptivitätsdimensionen ein ähnliches Bild wie bei den Lehrpersonen (vgl. Kapitel 9.1): Bei den Dimensionen *Arbeitsmittel* und *Zielgerichtetheit* zeigen sich am häufigsten hohe Ausprägungen. Hier weisen mehr IF-Lehrpersonen hohe als tiefe Ausprägungen auf. Allerdings kommt bei der Dimension *Arbeitsmittel* auch die tiefste Ausprägung (R1) im Verhältnis zu hohen Ausprägungen deutlich häufiger als bei den Lehrpersonen vor. Das zeigt sich auch bei den anderen Dimensionen: Die IF-Lehrpersonen weisen häufiger tiefe Adaptivitätsausprägungen auf. Bei der Adaptivitätsdimension *Umgang mit Fehlern* verteilen sich die IF-Lehrpersonen hälftig auf hohe sowie tiefe Ausprägungen. In den beiden Dimensionen *kognitive Aktivierung* und *Diskursanregung* weisen mehr IF-Lehrpersonen tiefe als hohe Ausprägungen auf. Wie bei den Lehrpersonen ist die Adaptivitätsausprägung der Dimension *Diskursanregung* am tiefsten.

Fazit 2: Die IF-Lehrpersonen weisen insgesamt eine tiefere Adaptivität auf als die Lehrpersonen, bezüglich der einzelnen Adaptivitätsdimensionen zeigt sich jedoch dasselbe Bild: Hohe Adaptivität wird am häufigsten bei den Dimensionen *Arbeitsmittel* und *Zielgerichtetheit* erreicht, die geringste Adaptivität zeigt sich bezüglich der Dimension *Diskursanregung*.

9.3 Adaptivitätsmuster

Forschungsfrage 3: Inwiefern sind unterschiedliche Muster bezüglich einzelner Adaptivitätsdimensionen erkennbar?

Neben den Adaptivitätsausprägungen der Dimensionen über die gesamte Stichprobe gesehen interessierte auch, ob die einzelnen Videolektionen bzw. die Lehrpersonen ein bestimmtes Muster aufweisen. Die Verteilungen der Ausprägungen der Dimensionen bei den einzelnen Lehrpersonen (ihre „Adaptivitätsprofile“) wurden dahingehend untersucht, ob sich allenfalls besondere Ausprägungen in bestimmten Adaptivitätsdimensionen als spezifisches Muster zeigen oder ob keine spezifischen Zusammenhänge zwischen bestimmten Dimensionen bestehen. Zudem interessierte, ob allfällige Muster sich auf bestimmte Adaptivitätsstufen beschränken, also z.B. v.a. in der tiefen Adaptivitätsstufe vorkommen.

Um diese Frage zu beantworten, wurde eine Visualisierung der einzelnen Adaptivitätsprofile herangezogen sowie Korrelationen zwischen den Adaptivitätsdimensionen berechnet. Die Adaptivitätsprofile der Lehrpersonen verteilen sich auf drei Muster.

Homogenes Profil

Es gibt Adaptivitätsprofile, die in mindestens vier der fünf Adaptivitätsdimensionen den gleichen Ratingwert aufweisen und in der fünften Adaptivitätsdimension maximal um einen Ratingwert nach oben oder unten abweichen. Dieses Muster wird als homogenes Profil bezeichnet. Dieses homogene Profil kann sowohl in der hohen, mittleren als auch tiefen Adaptivitätsstufe ermittelt werden, sodass von drei homogenen Profilen gesprochen werden kann: *Homogenes adaptives Profil*, *homogenes mitteladaptives Profil* und *homogenes wenig adaptives Profil* (vgl. Abbildung 16).

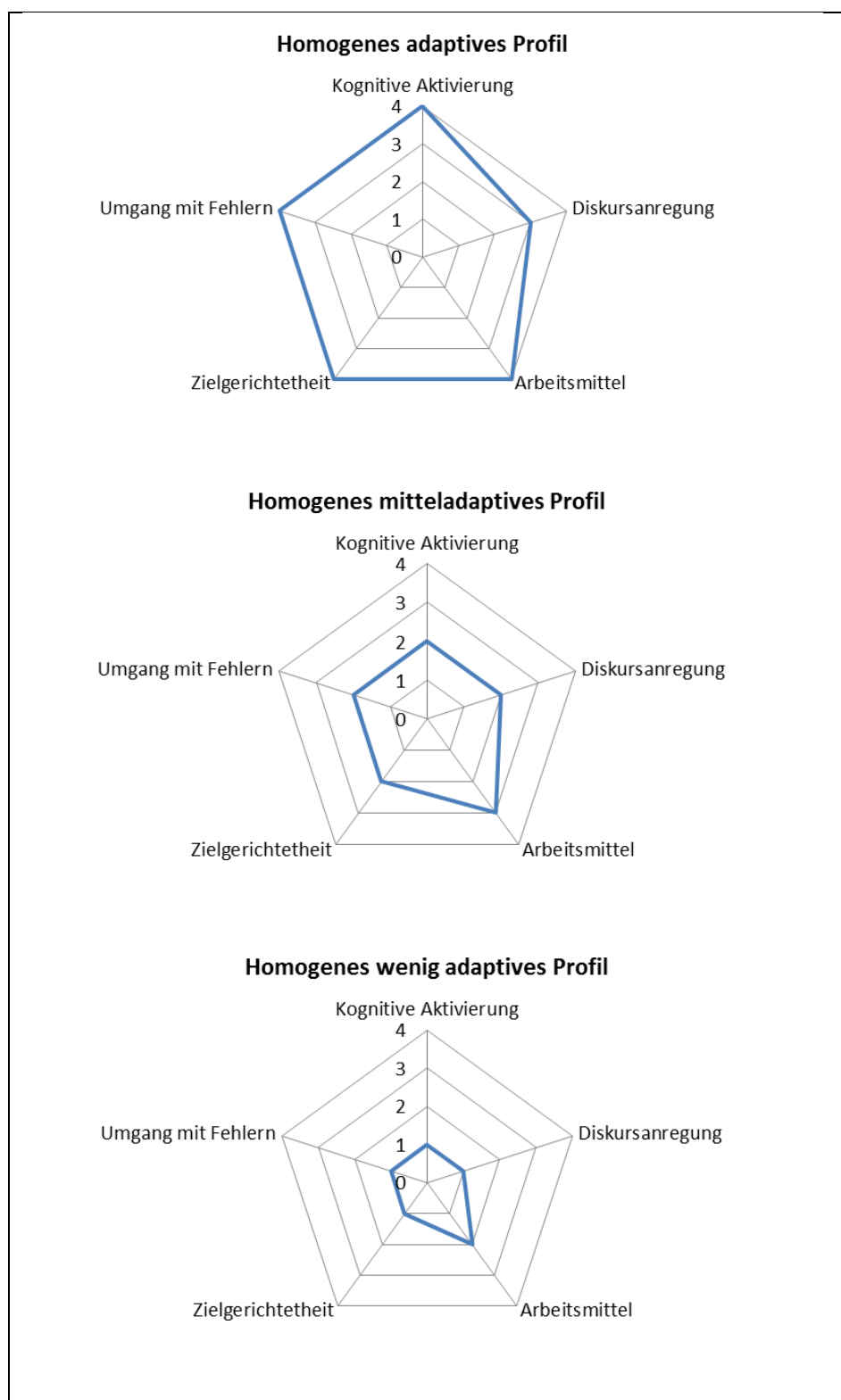


Abbildung 16 Homogene Adaptivitätsprofile

Die Lehrpersonen, deren Lernunterstützung dieses Profil aufweist, zeigen gegenüber anderen Dimensionen keine besonderen Dimensionsausprägungen.

Heterogene Profile

Alle anderen Profile, die nicht dem homogenen Profil entsprechen, werden deshalb als heterogene Profile bezeichnet. Ihre Dimensionsausprägungen weichen in mindestens zwei Dimensionen von den Ausprägungen der anderen Dimensionen ab.

Innerhalb der heterogenen Profile interessierten die „Abweichungen nach oben“, also in welchen Dimensionen ein bestimmtes Profil höhere Ausprägungen als in den anderen Dimensionen aufweist. Hier zeigt sich, dass diese „Abweichungen nach oben“ entweder in den beiden Dimensionen *Zielgerichtetheit* und *Arbeitsmittel* (heterogenes Profil A) oder *kognitive Aktivierung* und *Diskursanregung* (heterogenes Profil B) bestehen.

Lehrpersonen, die bezüglich der Dimension *Arbeitsmittel* adaptiv unterstützen, zeigen auch in der Dimension *Zielgerichtetheit* eher eine höhere Adaptivität. Das kann dahingehend gedeutet werden, dass *Arbeitsmittel* zielgerichtet auf die Verstehenselemente bezogen eingesetzt werden. Dies zeigt sich in höheren Korrelationen zwischen den beiden Dimensionen. Dies gilt sowohl für die Lehrpersonen als auch für die IF-Lehrpersonen (vgl. Tabelle 19 und Tabelle 20).

Tabelle 19 Korrelationsmatrix Dimensionen (Lehrpersonen)

	Kognitive Aktivierung	Diskurs	Zielgerichtetheit	Arbeitsmittel
Diskursanregung	.874**			
Zielgerichtetheit	.634**	.649**		
Arbeitsmittel	.611**	.609**	.864**	
Fehler	.806**	.779**	.708**	.702**

Anmerkungen. **Die Korrelation ist auf dem Niveau von .01 (2-seitig) signifikant. *Die Korrelation ist auf dem Niveau von .05 (2-seitig) signifikant. Hohe Werte sind fett hervorgehoben.

Tabelle 20 Korrelationsmatrix Dimensionen (IF-Lehrpersonen)

	kognitive Aktivierung	Diskurs	Zielgerichtetheit	Arbeitsmittel
Diskursanregung	.962**			
Zielgerichtetheit	.773**	.681*		
Arbeitsmittel	.726*	.658*	.955**	
Fehler	.963**	.935**	.836**	.719**

Anmerkungen. **Die Korrelation ist auf dem Niveau von .01 (2-seitig) signifikant. *Die Korrelation ist auf dem Niveau von .05 (2-seitig) signifikant. Hohe Werte sind fett hervorgehoben.

Das gleiche gilt für die Dimensionen *Diskursanregung* und *kognitive Aktivierung*: Wer einen Diskurs unter den Schülerinnen und Schülern anzuregen vermag, tut das in der Regel auf hohem kognitiven Niveau, ansonsten wäre das Gespräch von „Abfragen“ durch die Lehrperson dominiert (vgl. Kapitel 4.5). Auch die hohe Korrelation zwischen *Umgang mit Fehlern* und *kognitiver Aktivierung* bzw. *Diskursanregung* verweist darauf, dass Problemsituationen und Fehler diskursiv bearbeitet werden und dabei eine hohe kognitive Aktivierung angeregt wird.

Heterogenes Profil A

Das heterogene Profil A zeichnet sich durch die im Vergleich zu anderen Dimensionen höhere Ausprägung der Dimensionen *Zielgerichtetheit* und *Arbeitsmittel* aus. Das heterogene Profil A herrscht in der Gruppe der Lehrpersonen aus der mittleren Adaptivitätsstufe vor: Alle mitteladaptiven heterogenen Profile sind vom Typ A (vgl. Abbildung 17). Dieses Profil weist also insgesamt eine mittlere Adaptivität auf und zeichnet sich jedoch durch die im Vergleich zu den anderen Dimensionen sehr hohe Ausprägung der Dimensionen *Zielgerichtetheit* und *Arbeitsmittel* aus.

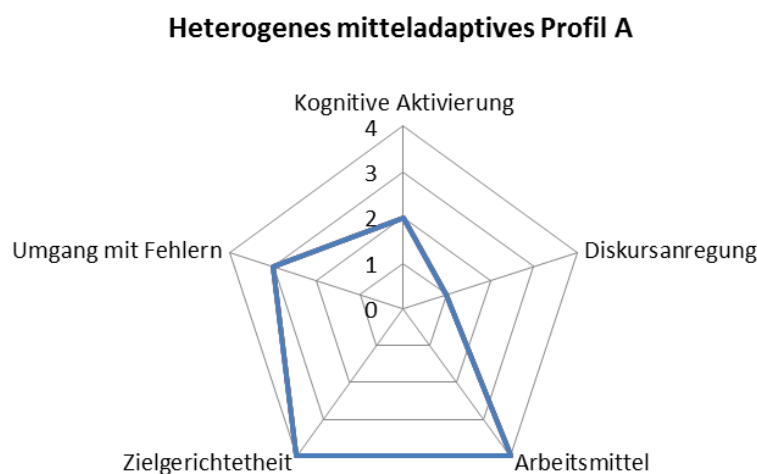


Abbildung 17 Adaptivitätsprofil Heterogenes mitteladaptives Profil A

Auch bei Lehrkräften der hohen sowie der tiefen Adaptivitätsstufe kann dieses Muster identifiziert werden, wie folgende Illustrationen zeigen (vgl. Abbildung 18 und Abbildung 19).

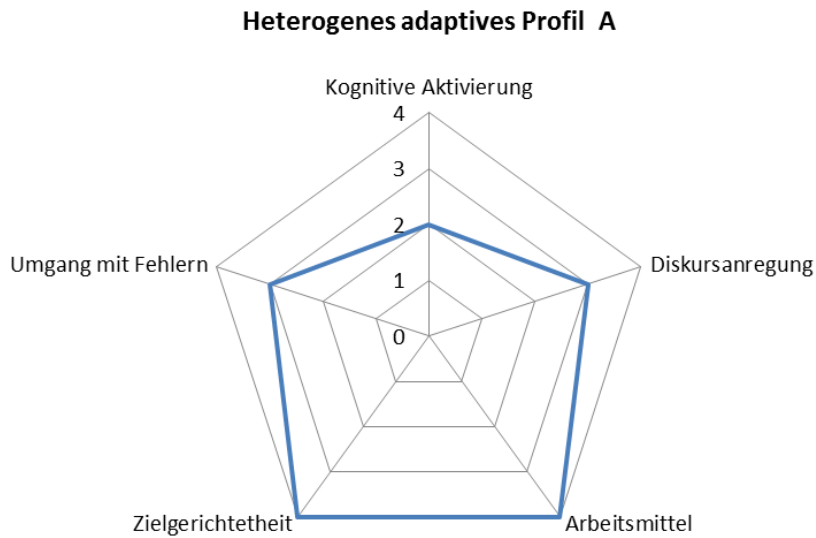


Abbildung 18 Adaptivitätsprofil Heterogenes adaptives Profil A

Das heterogene adaptive Profil A (vgl. Abbildung 18) weist insgesamt eine adaptive Lernunterstützung auf und zeichnet sich insbesondere durch die sehr hohe Ausprägung in den Dimensionen *Zielgerichtetheit* und *Arbeitsmittel* aus.

Das heterogene wenig adaptive Profil A (vgl. Abbildung 19) zeigt eine insgesamt wenig adaptive Lernunterstützung, weist jedoch bezüglich den Adaptivitätsdimensionen *Zielgerichtetheit* und *Arbeitsmittel* ein gewisses Mass an Adaptivität auf.

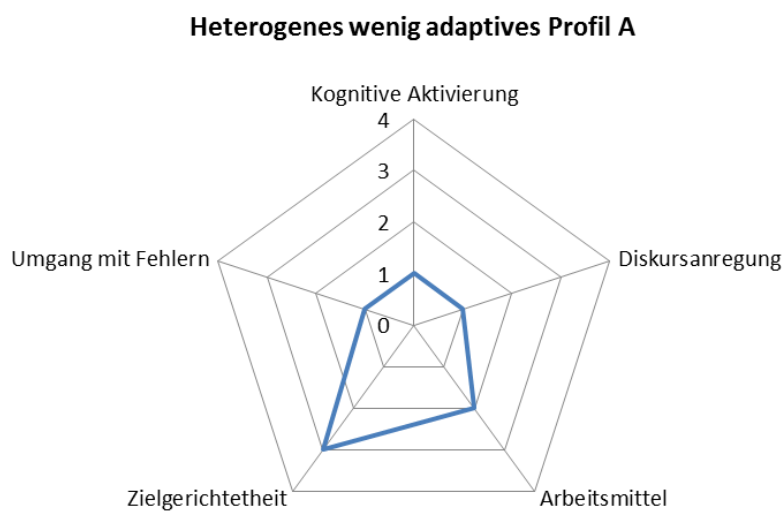


Abbildung 19 Adaptivitätsprofil Heterogenes wenig adaptives Profil A

Heterogenes Profil B

Das heterogene Profil B zeichnet sich durch die im Vergleich zu anderen Dimensionen höhere Ausprägung der Dimensionen *kognitive Aktivierung* und *Diskursanregung* aus. Das heterogene Profil B kann nur in der hohen Adaptivitätsstufe identifiziert werden, einmal bei einer Lehrperson und einmal bei einer IF-Lehrperson (vgl. Abbildung 20).

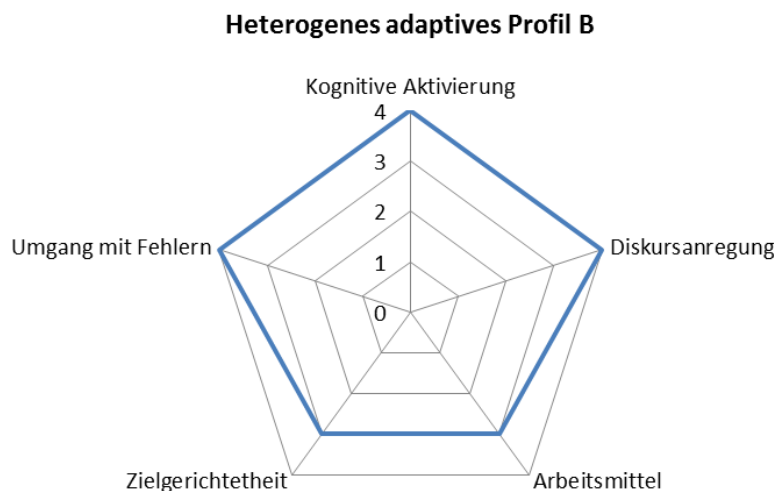


Abbildung 20 Adaptivitätsprofil Heterogenes adaptives Profil B

Dieses Profil weist insgesamt schon eine sehr hohe Adaptivität aus und zeichnet sich durch eine besonders hohe Ausprägung in den Dimensionen *kognitive Aktivierung* und *Diskursanregung* aus (bei gleichzeitig möglicher hoher Ausprägung der Dimension *Umgang mit Fehlern*).

Fazit 3: Es konnten drei Adaptivitätsprofile unterschieden werden: ein homogenes Profile und zwei heterogene Profile. Alle Profile der Lehrpersonen verteilen sich auf diese drei Muster. Das homogene Profil zeichnet sich dadurch aus, dass die betreffenden Lehrpersonen in mindestens vier der fünf Adaptivitätsdimensionen den gleichen Ratingwert aufweisen und in der fünften Adaptivitätsdimension maximal um einen Ratingwert abweichen. Dieses Profil kommt in der hohen, mittleren und tiefen Adaptivitätsstufe vor. Heterogene Profile zeichnen sich durch eine erhöhte Ausprägung in mindestens zwei Dimensionen aus. Bei den heterogenen Profilen herrscht das Profil A in allen Adaptivitätsstufen vor. Dieses Profil zeichnet sich durch eine erhöhte Ausprägung sowohl in der Dimension *Zielgerichtetheit* als auch *Arbeitsmittel* aus und kommt der hohen, mittleren und tiefen Adaptivitätsstufe vor. Es ist das vorherrschende Profil bei den (IF-)Lehrpersonen der mittleren Adaptivitätsstufe. Das heterogene Profil B, das sich durch eine erhöhte Ausprägung sowohl in den Dimensionen *kognitive Aktivierung* als auch *Diskursanregung* auszeichnet, manifestiert sich nur zweimal, und zwar bei je einer Lehrpersonen bzw. IF-Lehrperson der hohen Adaptivitätsstufe.

9.4 Instruktion der adaptiven Unterstützungskompetenz

Forschungsfrage 4: Inwiefern hat die Art der Instruktion und Begleitung der Lehrperson während der Intervention einen Einfluss auf die Adaptivität der Lernunterstützung?

Die beiden Interventionsgruppen INT^{BEG} und INT^{MAT} haben das gleiche Förderprogramm durchgeführt, jedoch unter unterschiedlichen Bedingungen (vgl. Kapitel 8.4). Beide Gruppen wurden im Vorfeld der Intervention in das Programm eingeführt, mit dem Fokus auf die Struktur und den Einsatz der Fördereinheiten und die Materialien (vgl. Kapitel 7). Sie erhielten allgemeine Hinweise zum verstehensorientierten, adaptiven Unterrichten und Fokussieren auf den Basisstoff. Zusätzlich wurde die Gruppe INT^{BEG} an der Einführung vertieft in die Umsetzung der ersten beiden Fördereinheit eingeführt, die Lektionspläne sowie der Umgang mit den entsprechenden Materialien wurden erläutert. Während der Intervention wurde diese Gruppe an zwei Begleittreffen weiter unterstützt durch eine Reflexion der Umsetzung des Programms und zusätzliche mathematik-didaktische Inputs und Erläuterungen zu den weiteren Fördereinheiten. Im Kapitel 9.1 wurden die Ergebnisse zu den Ausprägungen nach Gruppen berichtet. Gut die Hälfte der Lehrpersonen (18 Lehrpersonen, 54%) erreicht eine hohe Adaptivitätsstufe, und zwar in beiden Untersuchungsgruppen (INT^{BEG} , INT^{MAT}). Nur knapp 15% befinden sich in der tiefsten Adaptivitätsstufe.

Im Vergleich der beiden Interventionsgruppen fällt auf, dass es in der Gruppe INT^{BEG} etwas weniger Lehrpersonen in der hohen Adaptivitätsstufe gibt als in der Gruppe INT^{MAT} , dafür nur eine Lehrperson (5%) in der tiefsten Adaptivitätsstufe, wohingegen knapp 29% der weniger begleiteten Lehrpersonen die tiefste Adaptivitätsstufe erreichen (vgl. Abbildung 21). Der Mittelwert der Adaptivitätsausprägung über die ganze Adaptivitätsskala beträgt bei der Gruppe INT^{BEG} 2.93 ($SD = .79$), derjenige der Gruppe INT^{MAT} 2.78 ($SD = 1.17$). Die Adaptivitätsausprägung fällt also leicht höher aus für die Gruppe, die während der Intervention intensiver begleitet wurde.

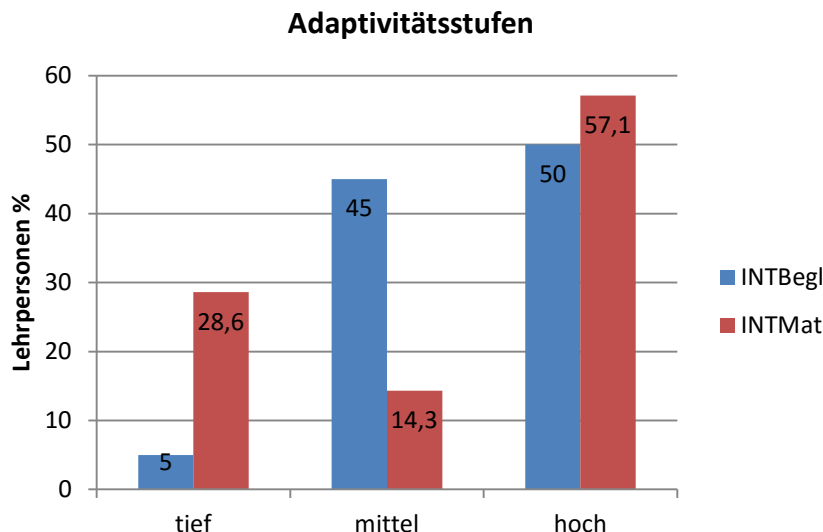


Abbildung 21 Adaptivitätsstufen Interventionsgruppen

Bei der Dimension *Arbeitsmittel* (vgl. Abbildung 11) werden in der Gruppe INT^{BEGl} vor allem die beiden höchsten Ratingwerte R3 und R4 erreicht ($M = 3.50$, $SD = .83$), in der Gruppe INT^{MAT} zeigen sich tiefere Ausprägungen etwas häufiger ($M = 3.07$, $SD = 1.07$), d.h. die Lehrpersonen der intensiver begleiteten Gruppe unterstützt hier adaptiver. Auch bei der Dimension *Zielgerichtetheit* weist die Gruppe INT^{BEGl} eher höhere Ausprägungen auf ($M = 3.37$, $SD = .90$) als die Gruppe INT^{MAT} ($M = 2.93$, $SD = 1.27$), d.h. diese unterstützen etwas weniger zielgerichtet (vgl. Abbildung 12). Ebenso scheint den Lehrpersonen der Gruppe INT^{BEGl} ($M = 2.74$, $SD = .87$) die *kognitive Aktivierung* besser gelungen zu sein als den Lehrpersonen der Gruppe INT^{MAT} ($M = 2.71$, $SD = 1.27$), sie weisen etwas häufiger höhere Ausprägungen auf (vgl. Abbildung 13). Bei der Dimension *Umgang mit Fehlern* sind wiederum in der Gruppe INT^{BEGl} ($M = 2.80$, $SD = .95$) etwas häufiger hohe Ausprägungen auszumachen (vgl. Abbildung 14). Bei der Dimension *Diskursanregung* zeigt etwas mehr als die Hälfte der Lehrpersonen der Gruppe INT^{BEGl} eher tiefere Ausprägungen ($M = 2.53$, $SD = .96$). In der Gruppe INT^{MAT} ($M = 2.57$, $SD = 1.22$) zeigt sich das umgekehrte Bild: Hier hat mehr als die Hälfte der Lehrpersonen eine hohe Ausprägung. Im Gegensatz zu den anderen Adaptivitätsdimensionen war die Gruppe INT^{MAT} bezüglich dieser Dimension adaptiver und konnte eine etwas diskursivere Unterstützung umsetzen (vgl. Abbildung 15).

Die Lehrpersonen der Interventionsgruppe INT^{BEGl}, die durch das Projektteam während der Intervention ausführlicher begleitet wurden, erreichten tendenziell höhere Adaptivitätsstufen als diejenigen der Gruppe INT^{MAT}. Nur in der Dimension *Diskursanregung* weist die Gruppe INT^{MAT} eine leicht höhere Adaptivität auf. Der Chi²-Test ($\chi^2 [2] = 5.59$; $p = .06$) weist darauf hin, dass die Gruppenzugehörigkeit zur Gruppe INT^{BEGl} bzw. INT^{MAT} einen tendenziellen Einfluss auf die Adaptivitätsausprägung hat.

Fazit 4: Es besteht ein tendenzieller Unterschied zwischen den beiden Interventionsgruppen bezüglich der Adaptivität ihres Unterstützungsverhaltens: Die ausführlicher instruierte und begleitete Gruppe INT^{B EGL} zeigt tendenziell die höheren Adaptivitätsausprägungen, sowohl über die gesamte Adaptivitätsskala als auch über vier der fünf Dimensionen. Die Dimension *Diskursanregung* bildet eine Ausnahme: Hier zeigt die Gruppe INT^{MAT} leicht höhere Ausprägungen.

Die unterschiedliche Instruktion und Begleitung der Lehrkräfte haben einen tendenziellen Einfluss auf die adaptive Lernunterstützung.

9.5 Beispiele adaptiver Lernunterstützung

In diesem Kapitel sollen Unterrichtssituationen von je einer Lehrperson (Kapitel 9.5.1 und 9.5.2) und einer IF-Lehrperson (Kapitel 9.5.3) exemplarisch in Bezug auf die adaptive Lernunterstützung beschrieben und mit Transkripten aus den Videolektionen veranschaulicht werden. Die Unterrichtsbeispiele der beiden Lehrpersonen stammen aus der Gruppe INT^{MAT}, dasjenige der IF-Lehrperson aus der Gruppe INT^{B EGL}. Sie dienen dazu, aufzuzeigen, wie sich adaptive Lernunterstützung im Unterricht konkret manifestiert. Diese Einzelfallbeschreibungen dienen der Illustration der oben dargestellten Ergebnisse. Es soll exemplarisch gezeigt werden, wie die Lehrpersonen Frau Monti, Frau Giger und die IF-Lehrperson Frau Keller⁸ die adaptive Lernunterstützung gestalten⁹. Es wurden Beispiele aus verschiedenen Adaptivitätsprofilgruppen ausgewählt, um die konkreten Unterschiede präziser herauszuarbeiten. Die Transkripte bilden kürzeste Ausschnitte aus einer – im besten Fall kohärenten – Gesprächskette (vgl. S. 66) und werden im Zusammenhang der gesamten Lektion interpretiert.

In den Unterrichtsbeispielen der beiden Lehrpersonen wird ein Lektionsplan bzw. Teile aus der Fördereinheit *Zahlenstrahl* bearbeitet. Um diese Unterrichtsbeispiele zu kontextualisieren, werden die Ziele und Inhalte der Fördereinheit kurz beschrieben (vgl. auch Abbildung 7, S. 102). Die IF-Lehrperson Keller bearbeitet eine Sequenz zur halbschriftlichen Addition (siehe Kapitel 9.5.3).

⁸ Alle Namen anonymisiert.

⁹ Weitere Fallanalysen in Pfister, Moser Opitz & Pauli (2015)

Ziele und Inhalte der Fördereinheit Zahlenstrahl

Die *Zahlenstrahl*-Fördereinheit fokussiert auf den ordinalen Zahlaspekt, deshalb werden für Orientierungsübungen im Zahlenraum bis 100 bzw. 1000 die Zahlenreihe und der Zahlenstrahl als lineare Modelle intensiv erarbeitet. Gerade die Bedeutung der Skalierung ist für manche Kinder nicht einfach zu verstehen: Am Zahlenstrahl wird jede Zahl durch einen Strich dargestellt. Der Abstand zwischen zwei benachbarten Zahlen ist immer gleich gross. Die Zahl wird nicht mehr wie bei der Zahlenreihe „im Zwischenraum“ sondern am Ende der n-ten Einheit (*nach* dem n-ten Zwischenraum) abgelesen:

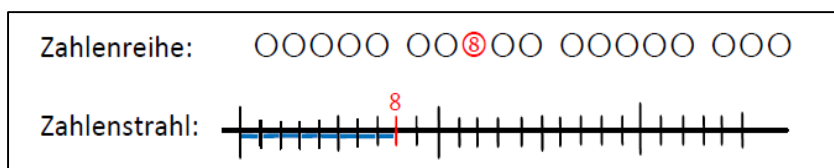


Abbildung 22 Ordinaler Zahlaspekt © PRiMa UZH

Durch den Einsatz der Hunderterkette (100 an einer Schnur aufgereihte Perlen, abwechselungsweise zehn rote und zehn weisse Perlen, vgl. Abbildung 7, S. 102) kann der Übergang von der Zahlenreihe zum Zahlenstrahl veranschaulicht werden, und zugleich kann damit der Hunderterraum wiederholt und gefestigt werden. Diese Darstellungsform ist später auch im Millionenraum und für das Verständnis der Dezimalzahlen und des negativen Zahlenraumes zentral.

Zentrale Ziele der Fördereinheit sind:

- Zahlenreihe repetieren
- Struktur der Hunderterkette verstehen
- Analogie der Hunderterketten-Struktur im Tausenderraum erkennen
- Zahlen und Orte an der Hunderterkette/Tausenderkette finden
- Zahlen und Orte von der Hunderterkette auf den leeren Zahlenstrahl übertragen
- Zahlen und Orte am leeren Hunderterstrahl/Tausenderstrahl finden
- Mit Hilfe des Tausenderstrahls in Schritten zählen
- Sich am leeren Tausenderstrahl durch Streckenhalbieren orientieren

In den Lektionsplänen sind die Scaffoldingimpulse themenspezifisch ausformuliert (vgl. Tabelle 21).

Tabelle 21 Scaffoldingimpulse aus der Fördereinheit Zahlenstrahl

Mathematischer Kern Verstehenselemente	Scaffoldingimpulse
Dezimale Struktur der Hunderterkette	<ul style="list-style-type: none"> • Wie könnt ihr herausfinden, wie viele Perlen es sind, ohne jede einzeln zu zählen? • Findet ihr ein Muster? • Warum hat die Kette zwei verschiedene Farben? • Wie viele Zehnerschritte sind es bis 100? • Der Pfeil mit der 50 kommt in die Mitte, genau nach 50 Perlen hin.
Strategien Orientierung an der Hunderter- bzw. Tausenderkette	<ul style="list-style-type: none"> • Überlegt, welche Zahlenpfeile ihr zuerst hinlegen wollt. Welche Orte sind einfach zu finden? • Welche Zahlen haben euch geholfen, andere Zahlen zu finden? • Wie findet man den gesuchten Ort möglichst schnell? Wie kannst du die Zahl 240 schnell finden, ohne dass du alle Perlen zählen musst? • Nach welchem Hunderter kommt deine gesuchte Zahl? • Wie geht ihr vor, wenn ihr den Platz von 98 finden wollt? -> Es ist einfacher, wenn man von 100 rückwärtszählt.
Relative Orientierung auf dem leeren Zahlenstrahl, Konzepte der Mitte und Nähe	<ul style="list-style-type: none"> • Jetzt können wir die Zahlen nicht mehr so genau eintragen. Wir können aber schätzen, wo die Zahl ungefähr liegt. • Zeichne zuerst die Mitte ein. Welche Zahl befindet sich dort? Welche Zahl liegt in der Mitte zwischen 0 und 500, zwischen 500 und 1000, zwischen 0 und 250 ...?
Dezimalstruktur des skalierten Zahlenstrahls	<ul style="list-style-type: none"> • Am Tausenderstrahl sind nicht alle Striche gleich lang. Warum ist das wohl so? • Findet ihr ein Muster?

Es wird nun dargestellt, wie die Lehrpersonen Monti und Giger die adaptive Lernunterstützung mit dem Lerninhalt Zahlenstrahl umsetzen (Kapitel 9.5.1 und 9.5.2). Danach folgt die Darstellung der adaptiven Lernunterstützung der IF-Lehrperson Keller mit fünf Schülerinnen (Kapitel 9.5.3) und im Anschluss daran eine zusammenfassende Gegenüberstellung (Kapitel 9.5.4).

9.5.1 Fallbeispiel Lehrerin Monti – „Warum gab es dieses Problem?“

Lehrerin Monti unterrichtet in einem städtischen Umfeld eine Klasse mit 21 (an der Videolektion teilnehmenden) Schülerinnen und Schülern, von denen etwa 80% Deutsch als Zweitsprache haben. Die Lehrperson hat bei sechs Schülerinnen und Schülern einen Förderbedarf in Mathematik angegeben. Frau Monti empfand die Videolektion „so wie immer“, ausser dass sie ihren Mathematikunterricht normalerweise in den Halbklassenstunden durchführt.

Beschreibung des Unterrichtsverlaufs¹⁰

Frau Montis Lektion ist gegliedert in einen gemeinsamen Teil (ca. 17 Minuten) und eine Schülerarbeitsphase (ca. 35 Minuten). Eine Phase des gemeinsamen Teils findet auf dem Flur vor dem Schulzimmer statt. Einige Schülerinnen und Schüler werden während der individuellen

¹⁰ Siehe Unterrichtsverlaufsprotokoll im Anhang 16.1.

Phase kurz als Gruppe zusammen begleitet. Am Schluss findet nochmal eine kurze Rekapitulation in der ganzen Klasse statt.

Zu Beginn der Lektion wird die Struktur der Hunderterkette wiederholt. Die Schülerinnen und Schüler erklären anhand der weissen und roten Abfolge der Perlen die Zehnerstruktur. Danach erhalten sie den Auftrag, auf dem Flur die Tausenderkette (als Wiederholung) aus zehn Hunderterketten hinzulegen. Anschliessend sollen sie farbige Pfeile an der Tausenderkette platzieren, auf denen Zahlen notiert sind (vgl. auch Abbildung 7). Frau Monti verweist darauf, dass die verschiedenen Farben der Zahlpfeile unterschiedlich schwierige Zahlen bedeuten. Auf eine Schülerfrage hin wird die Null gekennzeichnet. Die Schülerinnen und Schüler erhalten den Tipp, mit den weissen Zahlpfeilen (den reinen Hunderterzahlen) zu beginnen, damit es aufgeht. Alle Schülerinnen und Schüler holen sich Pfeile und platzieren sie. Frau Monti macht auf falsche Zahlpfeile aufmerksam, auch Schülerinnen und Schüler „melden“ Fehler, die auf Aufforderung von Frau Monti gleich korrigiert werden. Sie kontrolliert zum Schluss die Platzierungen und lässt einige noch genauer platzieren. Nach dieser ersten Phase wird die Frage aufgegriffen, warum Fehler passiert sind, die mit der Erkenntnis beantwortet wird, dass es sinnvoll ist, als Orientierungshilfe zuerst die Hunderterzahlen und die Zehnerzahlen zu legen.

Im Schulzimmer fixiert Frau Monti eine Hunderterkette auf einem Papier am Boden mit der Bemerkung, dass es eine einfachere Variante gäbe, als jedes Mal hundert Perlen aufzuzeichnen. Mehrere Schülerinnen und Schüler bringen Vorschläge ein, wie man die Hunderterkette zeichnen könnte. Frau Monti zeichnet unter die Hunderterkette eine Strecke und stellt den Bezug der Länge der Kette und des Strahls her. Sie lässt die Enden mit 0 und 100 benennen, was sie mit einem Strich markiert. Es werden nun Zahlen mit Hilfe der Hunderterkette abgetragen, zuerst 50, danach weitere Zehnerzahlen. Frau Monti lässt in Worten beschreiben, wo 50 hingehört. Sobald Frau Monti die Hunderterkette vom Papier löst, werden von den Schülerinnen und Schülern Vorschläge für das Gezeichnete eingebracht. Der Begriff „Strahl“ wird eingeführt. Mit dem Arbeitsauftrag, auf einem kleineren Stück Papier einen Hunderterstrahl zu zeichnen, wird der Ablauf, insbesondere die Mitte für 50 als zentraler Orientierungspunkt, rekapituliert.

Bei der folgenden Einzelarbeit taucht bei mehreren Schülerinnen und Schülern die Problematik der (un)gleichen Abstände auf. Für die schnelleren Schülerinnen und Schüler wird eine weitere Aufgabe gestellt, vorgegebene Zahlen mit Zehnern und Einern einzutragen. Als weitere Herausforderung muss der Transfer auf den Tausenderstrahl vollzogen werden. Die Platzierung von 98 auf dem Hunderterstrahl und die Bezeichnung und gleichmässige Verteilung der Hunderter-schritte auf dem Tausenderstrahl stellen sich als die zentralen Knackpunkte heraus.

Mit einer Gruppe bespricht Frau Monti das Vorgehen beim Tausenderstrahl gemeinsam, an der Tausenderkette im Flur werden die Hunderterschritte zählend „abgeschritten“ und direkt danach am Tausenderstrahl zählend „angetippt“.

Zum Abschluss kommen alle Schülerinnen und Schüler nochmals zusammen, es werden die Zahlen aus der vorherigen Aufgabe in den Hunderterstrahl eingetragen mit dem Auftrag, zu erklären, warum die Zahl an einer bestimmten Stelle eingetragen wird.

Beschreibung der Adaptivitätsdimensionen

Im Folgenden werden die Unterrichtsbeispiele in Bezug auf die einzelnen Adaptivitätsdimensionen (der Adaptivitätsskala) näher beschrieben und mit Transkripten aus den Lektionen illustriert (vgl. Trans1 bis Trans11). Es soll dabei beachtet werden, dass die Transkripte hier isoliert stehen, die Interpretation sich aber im Zusammenhang der gesamten Lektion herleitet.

Adaptivitätsdimension kognitive Aktivierung (4)¹¹

Frau Monti (LM im Transkript) holt die Aufmerksamkeit der Kinder durch eine klare Sprache. Die Aufträge werden klar formuliert, die Impulse sind zielorientiert und aktivieren die Schülerinnen und Schüler zum Nachdenken über den Aufbau und die Struktur der Hunderter-/Tausenderkette und den Zahlenstrahl. Beim Verteilen der Zahlenpfeile für die Tausenderkette macht Frau Monti zwar Andeutungen darüber, welche Zahlen sinnvollerweise zuerst gelegt werden könnten, greift aber vorerst nicht ein und lässt die Schülerinnen und Schüler selber explorieren. Die Aufgabe, am (leeren) Tausenderstrahl die Hunderterzahlen einzutragen, wurde durch die vorangegangene Erarbeitung an der Hunderterkette, Tausenderkette und am Hunderterstrahl gezielt vorbereitet, muss aber eigenaktiv transferiert werden auf den Tausenderstrahl (vgl. Trans1).

Trans1 [702/25:23 – 26:04]¹²: Erarbeitete Kompetenz in grösserem Zahlraum anwenden

LM: Wer mit dem Hunderterstrahl fertig ist, seine Zahlen eingetragen hat, kontrolliert hat, ob die ungefähr am richtigen Ort stehen, mir das gezeigt hat, der versucht doch mal auf der Rückseite einen Tausenderstrahl. Aber Achtung, nicht mit Zehnerschritten ...

SuS: Hunderter

LM: Genau, mit Hunderterschritten.

Dabei müssen erworbene Konzepte (z.B. Konzept der Mitte, Konzept der gleichen Abstände) auf ähnliche Strukturen angewendet werden.

¹¹ (Wert in Klammer) = individuelle Ausprägung Rating

¹² [Videocode/Zeitabschnitt]

Als Schlussrekapitulation (vgl. auch Dimension *Zielgerichtetheit*) werden verschiedene Zahlen gemeinsam am Hunderterstrahl eingezeichnet, mit der Anforderung der verbalen Begründung für den entsprechenden Ort (vgl. Trans2).

Trans2 [702/48:06 – 48:30]: Denkweg darlegen

LM: Jetzt möchte ich hier mit euch gemeinsam die Zahlen [an Wandtafel] noch eintragen zum Kontrollieren, haben wir es denn auch so, und WAS¹³ müssen wir denn überlegen? Also wer eine Zahl einschreiben möchte, der erklärt, was er sich dabei überlegt hat.

Die Adaptivitätsdimension *kognitive Aktivierung* lässt sich bei Frau Monti insbesondere durch folgende Strategien charakterisieren:

- Frau Monti stellt herausfordernde Aufgaben, die auf Strukturen und Konzepte hinzielen
- Frau Monti lässt Erkenntnisse und Beobachtungen formulieren
- Frau Monti lässt Arbeitsschritte verbalisieren und begründen
- Frau Monti lässt Arbeitsschritte reflektieren
- Frau Monti lässt Beziehungen herstellen

Adaptivitätsdimension Diskursanregung (4)

Aktivitätsphasen, die Ausprobieren und Erkunden erfordern, werden bei Frau Monti jeweils anschliessend in ausführlichen Gesprächsrunden reflektiert. Sie lässt viel Raum für Austausch. Die Schülerinnen und Schüler reagieren von sich aus auf Beiträge oder bringen Ideen oder „Aha-Erkenntnisse“ ein, auf die Frau Monti meist eingeht und sie in den weiteren Verlauf einbettet. Die Gespräche verlaufen oft auch ohne Aufrufen, ohne dass es ungeordnet wirken würde. Die Schülerinnen und Schüler murmeln oft schon, während Frau Monti eine Aktion ausführt. Sie lässt andere Schülerinnen und Schüler in eigenen Worten erklären, was eine Schülerin meint („Wer kann es erklären, was Selina meint?“ [702/08:57]), oder lässt Aussagen von Schülerinnen und Schülern ergänzen („Wer kann noch was ergänzen?“ [702/00:47]). Sie gibt die Möglichkeit für verschiedenartige Begründungen und Entdeckungen und fordert genaue Beschreibungen oder Erklärungen ein: „Wie meinst du „SOO“? [702/11:20]. Die Schülerinnen und Schüler müssen ihre Tätigkeiten und Überlegungen genau formulieren, Frau Monti hakt nach und bleibt dran, bis sie die Formulierung akzeptiert (vgl. Trans3).

Trans3 [702/12:21 – 12:59]: Verbalisieren der Aktivität

LM: Kann mir denn jemand die Fünfzig einzeichnen?

Max: [zeichnet Strich für die Fünfzig ein] Hier.

¹³ Wörter in Großbuchstaben bezeichnen eine sehr deutliche Betonung oder Dehnung; () leere Klammern bezeichnen akustisch unverständliche Äußerungen; (Text in Klammern) bezeichnet eine Transkription mit Vorbehalt; [Text in eckigen Klammern] beschreibt eine Tätigkeit oder erläutert die Situation; ... markiert eine deutliche Sprechpause

LM: Genau, WO hast du den Strich gemacht?

Max: Hier () [zeigt auf den Strich]

LM: Ja stimmt genau. Beschreib mir noch, wo du ihn gemacht hast?

Max: In der Hälfte.

LM: Nach oder vor?

Max: Nach ...

LM: Der ...

Max: Nach der fünfzigste.

LM: Nach der fünfzigsten Perle. Schreibst du mir dazu bitte noch fünfzig. [Max schreibt auf]

Sie lässt die Möglichkeit, selber nach Begriffen zu suchen, gleichzeitig wird aber auch Wert auf die richtigen Formulierungen gelegt. Die Adaptivitätsdimension *Diskursanregung* ist durch die folgenden Strategien charakterisiert:

- Frau Monti verlangt Verbalisierungen von Denkwegen
- Frau Monti fordert Begründungen ein
- Frau Monti lässt Schüleraussagen durch andere SuS ergänzen, präzisieren
- Frau Monti lässt Schwierigkeiten beim Zahlensuchen benennen und diskutieren
- Frau Monti lässt wichtige Erkenntnisse zusammenfassen

Adaptivitätsdimension Zielgerichtetheit (4)

Frau Monti fokussiert fortwährend auf die zentralen Verstehenselemente, sie fasst bedeutsame Punkte wiederholt zusammen und weist explizit darauf hin, was wichtig ist, insbesondere für die Bewältigung der Einzelarbeit: Vor jeder Aufgabe wird rekapituliert, worauf geachtet wurde und danach in der Einzelarbeit geachtet wird (vgl. Trans4).

Trans4 [702/15:50 – 17:05]: Rekapitulation von Strategien für Einzelarbeitsphase

LM: Und genau das sollt ihr jetzt selber mal versuchen. Auf ein Papier. Welche Zahlen habe ich zuerst geschrieben?

Nuria: Null und hundert.

LM: Genau, und welche Zahl hab ich DANN geschrieben?

Marianne: Die Zehnerzahlen.

LM: Ja, alle Zehnerzahlen, aber EINE Zehnerzahl habe ich zuerst geschrieben.

Timo: Die Fünfzig.

LM: Genau, weil: WO muss denn die Fünfzig sein?

Selina: In der Mitte von dem ()

LM: Genau, und wenn ich nämlich die Mitte hab, dann kann ich die anderen Striche UNGEFÄHR im gleichen Abstand verteilen. Es ist nicht das Ziel, dass es genau exakt ist, ihr braucht kein Lineal und ihr müsst es nicht messen. Ihr könnt von Auge ungefähr. Hunderter-STRAHL auf euer Blatt [zeigt mit Gesten Strahl]. Ich hab euch

extra ein langes Blatt vorbereitet. Da drauf zeichnen, mit den Zehnerzahlen. Aufgabe klar?

SuS: Ja.

Arbeitsphasen werden durch Reflexionsrunden abgeschlossen, die insbesondere Erkenntnisse zu Strategien fokussieren, und Probleme werden explizit benannt (vgl. Trans5).

Trans5 [702/09:00 – 09:48]: Fokussierung der Kernstrategie „Orientierung an Hunderterzahlen“

[LM fragt, warum es Probleme, ein Chaos, gegeben hat beim Aufsuchen der Orte an der Tausenderkette]

Timo: Wir haben zuerst ... () wir wussten nicht wo fünfhundert, sechshundert waren.

LM: Genau. Und jetzt habt ihr dabei etwas gelernt. Man muss ZUERST immer die Hunderter legen, oder die Zehner, die, die man SICHER weiss, und dann erst die anderen Zahlen dazwischen.

S?: Mit den Einern.

LM: Genau. Weil dann ist es viel einfacher, wenn ich doch weiss aha hier ist die Fünfhundert, wenn ich immer hier vorne [zeigt auf die Null] anfangen muss: Hundert, zweihundert, dann erzähl ich mich. Wenn ich weiss hier die Fünfhundert, dann weiss ich, fünfhundert-zwanzig kommt dahinter. Das habt ihr jetzt festgestellt, und das ist wichtig für nachher. Jetzt gehen wieder nach drinnen und machen drinnen weiter.

Als Schlussrekapitulation werden verschiedene Zahlen gemeinsam am Hunderterstrahl eingezeichnet, mit der Anforderung, den entsprechenden Ort verbal zu begründen (vgl. auch Trans2).

Die Adaptivitätsdimension *Zielgerichtetheit* ist durch folgende Strategien charakterisiert:

- Frau Monti fokussiert permanent auf die zentralen Verstehenselemente
- Frau Monti betont verbal und gestisch wichtige Verstehenselemente
- Frau Monti wiederholt oder lässt zentrale Punkte wiederholen
- Frau Monti weist auf wichtige Erkenntnisse aus der Klassenphase für die Einzelarbeitsphase hin
- Frau Monti übersetzt und präzisiert Schüleraussagen

Adaptivitätsdimension Arbeitsmittel (4)

In Frau Montis Lektion steht die Erarbeitung von Arbeitsmitteln (Zahlenkette und Zahlenstrahl) im Zentrum. Sie arbeitet die Unterschiede der Arbeitsmittel gezielt heraus (vgl. Trans6)

Trans6 [702/15:24 – 16:08]: Von der Hunderterkette zum Hunderterstrahl

LM: Jetzt haben wir die Zahlen hingeschrieben bzw. ihr. Wenn ich jetzt die Kette wegnehme [nimmt die fixierte Kette vom Papier, man sieht den Zahlenstrahl mit den mit Hilfe der Kette eingetragenen Zehnern]...

S? [unterbricht]: Dann ist DAS die Hunderterkette?

LM: Dann ist das auch was mit Hundert ...

Albert: Eine Hunderterlinie?

LM: Hm

SuS: Strahl

LM: Strahl ... gefällt mir besser, weil: wir haben KEINE Perlen mehr, aber wir können mit den Strichen mehr oder weniger genau sagen, wo die Zahlen denn hingehören [verdeutlicht mit Stift nochmal die Zehner-Striche]

Der Fokus liegt auf der Nutzung spezifischer Merkmale und der Strukturen des Arbeitsmittels Hunderter-/Tausenderkette (besondere/wichtige Zahlen/Orte: Hunderter, Zehner) und von Konzepten (der Mitte, der Nähe) zum geschickten Auffinden von Zahlen an der Tausenderkette oder am Zahlenstrahl (vgl. Trans7).

Trans7 [702/50:32 – 50:59]: Relativer Ort, Konzept der Nähe

LM: Wo kommt die Zahl Achtundneunzig denn hin?

Timo: Ungefähr hier neben der Hundert, weil hier ist neunzig, hier ist hundert und da ist achtundneunzig, dann kann es genau hier in der Nähe sein.

LM: Muss es da ganz nah sein. GANZ GENAU können wir es nicht sagen. Aber es muss da fast nebendran sein.

Die Adaptivitätsdimension *Arbeitsmittel* ist durch folgende Strategien charakterisiert:

- Frau Monti erarbeitet konsequent die Strukturen der Arbeitsmittel (Konzept der gleichen Abstände, Konzept der Mitte und der Nähe zum Auffinden von Zahlen nutzen)
- Frau Monti verdeutlicht Unterschiede zwischen Repräsentationsformen
- Frau Monti lässt Beziehungen zwischen verschiedenen Repräsentationen (Kette – Strahl) herstellen

Adaptivitätsdimension Umgang mit Fehlern (4)

Frau Monti beobachtet und begleitet aktiv einzelne Schülerinnen und Schüler in der Einzelarbeitsphase. Beim wiederholten Auftauchen des Problems der gleichen Abstände zwischen den Strichen für die Zehnerzahlen wird der Bezug zu den konkreten zehn Perlen, die immer gleich viel Platz brauchen, hergestellt. Wiederholt geht Frau Monti mit einzelnen Schülerinnen und Schülern oder Schülergruppen auf den Flur, wo noch die Tausenderkette liegt, um Hunderterzahlen abzuschreiten und in Hunderterschritten zu zählen und sich zu erinnern, was in der ganzen Gruppe gemacht wurde. Danach kontrolliert sie jeweils, ob die Schülerin oder der Schüler das am Tausenderstrahl analog machen können (z.B. mit Antippen), oder fragt nach der ersten Aktion, die alleine am Platz gemacht werden würde, bevor die Schülerinnen und Schüler allein weiterarbeiten. So überprüft sie, ob ihre Intervention das Verständnis verbessert hat und sie schafft (kohäsive) Verbindungen (vgl. Trans8 und Trans9).

Trans8 [702/41:23 – 45:55]: Kleingruppe/Was sind Hunderterschritte?

[LM bereitet ein neues grosses Blatt vor und klebt es wieder am Boden fest]

- LM: Wir malen schnell gemeinsam hier einen Tausenderstrahl, damit ihr wisst, wie ich das meine. Also, den Hunderterstrahl habt ihr alle auf eurem Blatt, oder? Jetzt möchten wir das gleiche machen mit dem Tausenderstrahl. Dann ist hier vorne welche Zahl?
- SuS: Null.
- LM: Null. Und hinten ist welche Zahl?
- SuS [durcheinander]: Hundert, tausend.
- LM: TAUSEND beim Tausenderstrahl. [LM schreibt in den Strahl die Zahlen 0 und 1000 ein] WAS kommt dann in die MITTE?
- SuS: Fünfhundert.
- LM: Fünfhundert.
- Lucie [unterbricht]: Ich hab immer gedacht hundertfünfzig.
- LM: Guck ich, wo ist ungefähr die Mitte ... [zu Lucie] Aha, deshalb ist es verkehrt gekommen. Hundertfünfzig ist aber nicht die Hälfte von tausend. [LM zeichnet in den Tausenderstrahl] Und jetzt muss ich hier einteilen, nicht in Zehnerschritten, sondern in ...?
- SuS: Hunderter.
- LM: Also ... zählt mal mit! [SuS zählen durcheinander, man versteht nicht]
- LM: Ja, was hast du jetzt gesagt? In was für Schritten? [SuS nicht verständlich]
- S?: Hundertzehn.
- LM: NUR Hunderterschritte.
- SuS: [durcheinander, verschiedene Zahlen] (Hundert, zweihundert, NEIN)
- LM: Ach, DAS ist die Schwierigkeit, kommt mal mit mir nach draussen. Kommt mal mit. [LM geht mit der Gruppe in den Flur, wo die Tausenderkette liegt]
- LM: Was sind die Hunderterschritte? Kommt mal hier neben mich. Hundert ...
- SuS: Zweihundert, dreihundert, vierhundert, fünfhundert, sechshundert, siebenhundert, achthundert, neunhundert, tausend [L und die SuS schreiten die gelegten Hunderterschritte ab]
- LM: Das sind die HUNDERTERSchritte. Ist es euch wieder eingefallen? [L und SuS kommen wieder in die Klasse, vor den Streifen]
- LM: Also guckt noch mal schnell. Also null ...
- SuS: Hundert, zweihundert, dreihundert, vierhundert, fünfhundert, sechshundert, siebenhundert, achthundert, neunhundert, tausend [L tippt Stellen an].
- LM: Meint ihr, ihr könnt's jetzt malen?
- SuS: Ja.

Trans9 [702/35:48 – 36:55]: Rückgriff auf konkretere Repräsentation und daran erarbeitetes Konzept der Mitte

- LM: [kontrolliert Tausenderstrahl von Simon] Da stimmt irgendwas nicht. Also hier ist die Null, da ist die Tausend, und was muss man jetzt bei dem Tausenderstrahl zuerst einzeichnen? Was haben wir draussen im Flur zuerst gemacht? Welche Zahlen?
- Simon: Zehn
- LM: Komm, wir gucken mal schnell [L geht mit Simon in den Flur, wo noch die Tausenderkette liegt]
- L: [Im Flur] Welche Zahlen haben wir hier zuerst gelegt?
- Simon: Hundert.
- LM: Die Hunderter. Hast du auch zuerst die Hunderter gemalt?
- Simon: Nein.
- LM: Also, jetzt würde ich dir empfehlen, jetzt putz das nochmal aus, und dann mach zuerst die Hunderter, und welchen Hunderter machst du nämlich zu allererst?
- Simon: Ehm.
- LM: Den in der Mitte. Welcher ist in der Mitte?
- Simon: Ah, Fünfhundert.

Frau Monti macht nicht alle Schritte vor, sie gibt den Schülerinnen und Schülern immer die Möglichkeit, den nächsten Denkschritt zuerst selbstständig zu machen, und oft verbalisiert sie selber oder die Schülerin oder der Schüler, was nach der Korrektur besser ist bzw. die Erkenntnis daraus (vgl. Trans10 und Trans11).

Trans10 [702/31:38 – 31:53]: Verbalisierung der Erkenntnis aus einem Fehler

- LM: [kontrolliert nochmal bei Safije, sie musste die 98 korrigieren] Ja genau, siehst du nämlich, jetzt ist es viel mehr nach rechts gerutscht, also es ist ja praktisch bei der Hundert. Sehr gut!

Trans11 [702/32:50 – 33:01]: Verbalisierung der Erkenntnis aus einem Fehler

- LM: [kontrolliert die Korrektur von Selina, sie musste die 98 neu platzieren] Ach, genau. Was ist passiert?
- Selina: Es ist ein bisschen weiter.
- LM: Nach rechts gerutscht, weil es ist ja praktisch bei Hundert. Genau.

Gemachte Fehler bzw. die Erkenntnisse daraus werden auch in die gemeinsamen Reflexionen einbezogen und damit permanent die zentralen Verstehenselemente fokussiert (vgl. auch *Zielgerichtetheit*). Die Adaptivitätsdimension *Umgang mit Fehlern* ist durch folgende Strategien charakterisiert:

- Frau Monti nimmt sich Zeit für Problembearbeitungen
- Frau Monti bestätigt die richtigen Anteile der noch nicht korrekten Lösungen
- Frau Monti stellt gezielte Fragen mit Hinweisen
- Frau Monti verdeutlicht, worauf geachtet werden muss

- Frau Monti verbalisiert, was nach der Korrektur besser ist
- Frau Monti lässt die Erkenntnis nach der Korrektur verbalisieren
- Frau Monti nimmt die „Problemgruppe“ zusammen und leitet sie an
- Frau Monti bezieht vorhergegangene Aktivitäten in den Problemlöseprozess ein und verweist auf Erkenntnisse

9.5.2 Fallbeispiel Lehrerin Giger – „Das ist jetzt etwas falsch“

Diese Klasse von Lehrerin Giger stammt aus einem eher dörflichen Umfeld. Sie besteht aus 17 (an der Videolektion teilnehmenden) Schülerinnen und Schülern, mit ca. 10% Deutsch als Zweitsprache und zwei Schülerinnen und Schülern mit Förderbedarf in Mathematik. Frau Giger fühlte sich durch die Kameras etwas eingeschränkt und wich deshalb nicht spontan von ihrem Plan ab, wie sie das sonst machen würde.

Beschreibung des Unterrichtsverlaufs

Frau Gigers Lektion ist in mehrere Phasen aufgeteilt, in denen unterschiedliche Gruppen an unterschiedlichen Aufgaben arbeiten: eine erste Phase mit Einzelarbeit an angefangenen Arbeitsblättern mit gleichzeitiger Partnerarbeit an der Zählkartei von ca. zehn Minuten, eine weitere Phase mit Einzelarbeit mit anschließender Reflexion von ca. 13 Minuten, zweimal ein geführter Teil mit je einer Halbkasse von ca. 13 Minuten und eine Abschlussphase mit allen von ca. 5 Minuten.

Zu Beginn der Lektion werden verschiedene Arbeitsaufträge erteilt. Frau Giger bildet fünf Partnergruppen, die jeweils an der Zählkartei (vgl. Kapitel 7.1.2) arbeiten. Die anderen Schülerinnen und Schüler arbeiten an Arbeitsblättern zur Tausenderkette vom Vortag bzw. im Übungsheft. Frau Giger überwacht die Arbeit insbesondere der Partnergruppen und unterstützt bei Problemen oder in der Arbeitsorganisation.

In der anschließenden Phase wird die Struktur der Tausenderkette, bestehend aus zehn Hunderterketten und 1000 Perlen, rekapituliert. Die Schülerinnen und Schüler erhalten nun den Auftrag, einen Tausenderstrahl zu zeichnen, wie er an der Wandtafel aufgezeichnet ist. Frau Giger verweist auf Platzierung von 0 links und 1000 rechts. Fünf Schülerinnen und Schüler erhalten ein Arbeitsblatt mit einer Aufgabe zum Zehntausenderstrahl.

Sobald die anderen Schülerinnen und Schüler den Tausenderstrahl vorbereitet haben, erfragt Frau Giger die Zahl, die in der Mitte eingetragen werden muss (500). Danach sollen alle Hunderterzahlen alleine eingetragen werden. Als Hürde erweist sich die Problematik, was Hunderterzahlen sind. Die schnelleren Schülerinnen und Schüler erhalten den Auftrag, mit einer anderen Farbe weitere Zahlen nach Wahl in ihren Tausenderstrahl einzutragen.

Im Anschluss an die Einzelarbeit stellt Frau Giger eine Reflexionsfrage, welche Zahlen einfacher als andere einzutragen waren. Die Schülerinnen und Schüler mit dem Arbeitsblatt zum Zehntausenderstrahl arbeiten weiter und werden nicht in die Reflexion einbezogen. Ein Schüler bringt das Konzept der gleichen Abstände ein. Danach wird diese Gruppe halbiert, die eine Hälfte bearbeitet ein neues Arbeitsblatt, die andere macht Orientierungsübungen am leeren Tausenderstrahl mit der Lehrerin an der Wandtafel. Durch Halbieren bestimmter Strecken werden Zahlen (500, 250, 750, 125 ...) eingetragen. Frau Giger trägt die genannten Zahlen mit dem Lineal ab und schreibt sie ein. Die Schülerinnen und Schüler werden aufgefordert, passende Rechnungen zu nennen. Danach tauschen die beiden Gruppen die Aufgabe.

Zum Abschluss wird das Tausenderband (skalierter Tausenderstrahl) besprochen, Frau Giger fragt nach Merkmalen und Bedeutung der eingetragenen Striche.

Beschreibung der Adaptivitätsdimensionen

Adaptivitätsdimension kognitive Aktivierung (1)

Frau Giger (LG im Transkript) stellt Aufträge, die oft durch eine einzelne Aktion oder Einwortantwort (z.B. Nennung einer Zahl) abgeschlossen werden können. Sie fragt einen Schüler nach einem Muster beim Rückwärtszählen in Fünferschritten, dessen ungenaue, nicht korrekte Antwort wird jedoch nicht zu einem vertieften kognitiv aktivierenden Verstehensprozess über Konzepte (z.B. Stellenwerte; zwei Fünferschritte entsprechen einem Zehnerschritt o.Ä.) genutzt (vgl. Trans12).

Trans12 [704/04:42 – 05:02]: Muster Fünferschritte rückwärtszählen

[Remo zählte zuvor nach Startschwierigkeiten in Fünferschritten von 94 rückwärts, vgl. Trans18]

LG: Remo, was hast du jetzt entdeckt? Am Anfang

Remo: Immer zuerst fünf, vier, fünf, vier, fünf, vier.

LG: Hast du das dann gemerkt, dass es eigentlich immer gleich ist, gell. Aber am Anfang war es ein bisschen schwierig, aber wenn man den Anfang mal dann geschafft hat, geht es ganz gut vorwärts [L verlässt die Partnergruppe].

In Klassensequenzen führt Frau Giger meist aus, was Schülerinnen und Schüler sagen, sie zeichnet in den Zahlenstrahl ein, schreibt an etc. oder sie verbessert das Eingezeichnete von Schülerinnen und Schülern selber.

Das Unterstützungsverhalten bezüglich der Adaptivitätsdimension *kognitive Aktivierung* weist folgende Schwierigkeiten auf:

- Frau Giger gibt kleinschrittige Aufträge
- Frau Giger stellt Fragen, die als Antwort eine einzelne Zahl erfordern
- Frau Giger führt Handlungen am Material meist selber aus

Adaptivitätsdimension Diskursanregung (1)

Frau Giger fragt v.a. nach Zahlen und Prozeduren. Der Diskurs besteht hauptsächlich daraus, richtige Zahlen zu nennen. Die Fragen öffnen wenig Spielraum für Antworten oder alternative Lösungswege. Im folgenden Beispiel setzt Remo zu einem (mutmasslichen) Input an, wie man sich der Mitte von 0 und 500 annähern könnte (vgl. Trans13). Frau Giger geht nicht darauf ein, unterbricht und ruft eine andere Schülerin auf, die darauf das Ergebnis nennt.

Trans13 [704/ 26:09 – 27:32]: Mitte von 0 und 500 finden

- LG: Jetzt möchten wir diese Strecke [nimmt Strecke von 0-500 zwischen die Hände] halbieren [LG hält Lineal an Strahl, Louise bezeichnet den Ort mit einem Strich, Léo benennt den Ort mit 225]
- LG: Ich bin nicht ganz einverstanden. [LG wartet einen Moment, mehrere SuS melden sich] Wir möchten jetzt diese fünfhundert halbieren.
- Remo: Ich wollte dreihundert sagen, aber [LG unterbricht]
- LG: Ja, das wäre ein bisschen daneben. Manuela?
- Manuela: Zweihundertfünfzig.
- LG: Was meinst du, Léo?
- Léo: Jaaa.
- LG: Ja, da sind wir bei Zweihundertfünfzig [schreibt Zahl auf].

Warum 225 nicht die Hälfte von 500 ist, wird nicht geklärt, die Annäherung über 300, die Remo vorschlägt, wird ebenso nicht einbezogen, und warum 250 genau in der Mitte zwischen 0 und 500 liegt, bleibt ebenfalls offen.

Die Schülerinnen und Schüler, welche die analoge Aufgabe am Zehntausenderstrahl bearbeiten, werden nicht in die Diskussion einbezogen, welche Zahlen schwierig einzutragen waren. Als sich Andreas meldet, der eventuell eine Analogie einbringen will, wird sein Beitrag unterbrochen (vgl. Trans14).

Trans14 [704/21:16 – 21:22]: Schwierige Zahlen am Zehntausenderstrahl

- [LG fragt, welche Zahlen schwierig einzutragen waren. Andreas, der am Zehntausenderstrahl arbeitet, streckt auf, LG ruft ihn auf]
- Andreas: Bei mir [L unterbricht]
- LG: Du bist ja am anderen, gell [ruft anderen Schüler auf]

Das Unterstützungsverhalten bezüglich der Adaptivitätsdimension *Diskursanregung* weist folgende Schwierigkeiten auf:

- Frau Giger fragt v.a. nach Zahlen/Ergebnissen
- Frau Giger fordert v.a. Bestätigungen von Ergebnissen oder Korrekturen ein

Adaptivitätsdimension Zielgerichtetheit (1)

Frau Giger fragt nach Orientierungsstrategien, diese werden jedoch nicht miteinander verglichen oder für Verstehensprozesse von Konzepten erweitert (vgl. Trans15 und Trans16).

Trans15 [704/21:08 – 21:18]: Einfache Hunderterzahlen am Tausenderstrahl

[LG fragt die Klasse, welche Zahlen einfach einzutragen waren]

Melina: Die Sechshundert und die Vierhundert.

LG: Die waren einfach für dich, warum denn?

Melina: Weil sie neben der Fünfhundert waren.

LG: Aha.

Trans16 [704/21:22 – 22:11]: Schwierige Hunderterzahlen am Tausenderstrahl

LG: Welche Zahlen waren für euch schwierig zum Eintragen?

Remo: Die Siebenhundert.

LG: War ein bisschen schwierig. Konntest du dich an etwas halten? Oder wie hast du es dann gemacht? Wie bist du vorgegangen?

Remo: Ich hab so gemacht, der Abstand wäre jetzt hier Zweihundert, Abstand zu Dreihundert muss genau gleich sein wie der Abstand zu Zweihundert, zu Vierhundert, muss immer gleich viel [L unterbricht]

LG: Habt ihr gehört, was Remo gesagt hat? Mit den Abständen? Habt ihr's auch gemerkt? Was ist jetzt eben da wichtig, wenn wir das einteilen?

Kaya: Die Abstände gleich machen.

LG: Dass die Abstände immer gleich sind. Ja. Die müssten eigentlich stimmen.

Eine noch etwas unsichere Formulierung von Remo, die auf eine Auseinandersetzung mit dem „Konzept der gleichen Abstände“ hinweist, wird unterbrochen und mit wenig präzisen Aussagen durch Frau Giger abgeschlossen: „Dass die Abstände immer gleich sind. Ja. Die müssten eigentlich stimmen“ (vgl. auch Trans18).

Die einzelnen Aufgabenstellungen erscheinen losgelöst voneinander, in Reflexionsphasen wird kaum auf zentrale Erkenntnisse hingearbeitet.

Das Unterstützungsverhalten bezüglich der Adaptivitätsdimension *Zielgerichtetheit* weist folgende Schwierigkeiten auf:

- Frau Giger setzt voneinander isolierte Aufgaben ein
- Frau Giger unterbricht Schüleräusserungen, die Konzepte oder Prinzipien andeuten

Adaptivitätsdimension Arbeitsmittel (2)

Lehrerin Giger setzt als Arbeitsmittel den leeren Zahlenstrahl und den skalierten Zahlenstrahl ein. Sie erinnert die Schülerinnen und Schüler an die Tausenderkette, die sie in einer vorangegangenen Lektion gelegt hatten, insbesondere an den Aufbau durch zehn Hunderterketten. Der Bezug zwischen den Hunderterzahlen und der Anzahl benötigten Hunderterketten und die Relationen werden thematisiert (vgl. Trans17).

Trans17 [704/10:43 – 12:57]: Tausenderstrahl zeichnen

- LG: [SuS an ihren Pulten] Gut. Wir gehen nun einen Schritt weiter zum Tausenderstrahl. Ihr habt ja die Tausenderkette kennengelernt und ihr wisst noch, wie viele Ketten wir eigentlich da gebraucht haben, und wie viele Hunderterketten hat es gebraucht, dass wir den ganzen, die ganze Tausenderkette machen konnten?
- Manuela: Zehn.
- LG: Du hast zehn gebraucht. Und wie viele Perlen waren dann dort dran?
- Marc: Tausend.
- LG: Ja. [kurze organisatorische Klärung, weil SuS Tausenderband hervorheben] ... Wir machen dann jetzt auch den Sprung von dieser Kette, dass ihr jetzt den Tausenderstrahl zeichnen, und zwar bekommt ihr ein grosses Blatt. Und da zeichnet ihr einen Strahl, eigentlich so, wie ihr es da an der Wandtafel sehen könnt. Ganz links kommt die Null und ganz rechts macht ihr dann die Tausend ... [organisatorische Klärung zur Wahl des Schreibstifts und zur Lage des Strahls auf dem Blatt] ... Jetzt müsst ihr euch vorstellen, das ist jetzt der Tausenderstrahl, und ihr müsst dann die Hunderter eintragen, also alle Hunderterzahlen. Jetzt müsst ihr euch die Hunderterkette halt ganz klein vorstellen, dass alle da Platz haben, auf dem Strahl. Ihr wisst ja noch, wie viele müssen Platz haben? Wie viele Ketten waren es?
- Manuela: Zehn.
- LG: Es waren zehn, und die müssen dann Platz haben. Also das wäre jetzt mal die Aufgabe, da diesen Tausenderstrahl zu zeichnen [SuS beginnen Tausenderstrahl zu zeichnen].

Frau Giger deutet an, dass nicht gemessen werden soll, sondern von Auge die Hunderterzahlen eingetragen werden sollen, jedoch wird das Prinzip „gleiche Abstände von Auge“ nur gestreift (vgl. Trans18).

Trans18 [704/22:11 – 22:36]: Gleiche Abstände durch Messen

- Kaspar: Ich habe immer Vierer-Schritte genommen () mit dem Lineal die vier abgemessen mit dem [L unterbricht]
- LG: Du hast sogar abgemessen, ja. Schaut einfach so ein bisschen von Auge. Und dann war es immer vier Zentimeter, die du abgemessen hast?
- Kaspar: Ja.
- LG: Aber wichtig ist, dass ihr jetzt geschaut, eben dass die Abstände einigermassen gleich sind, gell. Weil das ist noch wichtig.

Bei der Aufgabe zur Orientierung am leeren Strahl durch Halbieren von (Teil-)Strecken wird die Mitte mit dem Lineal durch Frau Giger abgetragen und die entsprechenden Zahlen durch Rechnen (z.B. $500 : 2$) gesucht.

Die Adaptivitätsdimension *Arbeitsmittel* ist durch folgende Strategien charakterisiert:

- Frau Giger thematisiert den Aufbau des Tausenderstrahls als zehn Hunderter
- Frau Giger erwähnt das Prinzip der gleichen Abstände

- Frau Giger thematisiert die Struktur des skalierten Tausenderstrahls

Adaptivitätsdimension Umgang mit Fehlern (1)

Im Klassenunterricht werden Schwierigkeiten oder Fehler durch Korrektur von anderen Schülerinnen und Schülern aufgelöst. Nennt ein Schüler oder eine Schülerin ein falsches Ergebnis, ruft Frau Giger andere Schülerinnen oder Schüler auf, die den Fehler korrigieren. In Einzelarbeitsphasen unterstützt Frau Giger durch das Vorsagen der Lösung, z.B. bei Zählfehlern oder zur Erklärung, was die Hunderterzahlen sind (vgl. Trans19 und Trans20). Ist die Antwort korrekt, geht Frau Giger zur nächsten Aufgabe über oder wendet sich anderen Schülerinnen und Schülern zu (vgl. Trans20, auch Trans13).

Trans19 [704/18:16 – 18:38]: Hunderterzahlen auf dem Tausenderstrahl

[Remo hat Zehner eingetragen]

LG: Du musst nur die Hunderter eintragen, das ist da fünfhundert, jetzt schau, wo ist da die Hundert, zweihundert, dreihundert, vierhundert, fünfhundert, die Hunderterzahl. Weisst du was, jetzt kannst du einen roten Farbstift machen, mit dem roten Farbstift die Hunderter eintragen, dann kannst du das sein lassen.

Trans20 [704/03:03 – 04:06]: Fehlerkorrektur durch Vorsagen

Ty Van: [liest von Karteikarte ab] Zähle von vierundneunzig in Fünfer-Schritten rückwärts. [Remo antwortet nicht]

LG: ... Jetzt beginnst du mit vierundneunzig die Zahl.

Remo: Vierundneunzig, vierundneunzig, vierundachtzig

LG: Stopp, du musst Fünfer-Schritte machen. Immer fünf zurück. Du bist bei Vierundneunzig, jetzt gehst du fünf zurück.

Remo: Vierundneunzig, neununddreissig.

LG: Neun-und-ACHTZIG. Wenn du bei vierundneunzig bist.

Remo: Neunundachtzig.

LG: Und wieder fünf zurück.

Remo: Vierundachtzig, neunundsiebzig, vierundsiebzig.

LG: [unterbricht] Jetzt hast du es, super, ja, prima!

Manchmal werden Fehler z.T. übergangen (vgl. auch Trans12).

Das Unterstützungsverhalten bezüglich der Adaptivitätsdimension *Umgang mit Fehlern* weist folgende Schwierigkeit auf:

- Frau Giger korrigiert Fehler durch Vorsagen der Lösung

9.5.3 Fallbeispiel IF-Lehrperson Keller – „Sag es präziser“

Auch bei den IF-Lehrpersonen gibt es Unterrichtsbeispiele mit sehr adaptiver und sehr gering adaptiver Lernunterstützung. Auf die Darstellung eines IF-Unterrichtsbeispiels mit wenig adaptiver Lernunterstützung wird hier verzichtet, da sich dies nachvollziehbar ähnlich gestaltet wie oben berichtet. Hingegen soll hier aufgezeigt werden, wie die IF-Lehrperson Frau Keller mit einer Gruppe von fünf Schülerinnen mit Lernschwierigkeiten einen kognitiv anregenden, verstehensorientierten, zielgerichteten mathematischen Diskurs gestaltet (Adaptivitätsstufe hoch, Adaptivitätsmittelwert 4). Die Klasse von Frau Amann, in der Frau Keller IF-Unterricht gibt, besteht aus 14 (an der Videolektion teilnehmenden) Schülerinnen und Schülern aus einer Agglomerationsgemeinde mit einem Anteil Deutsch als Zweitsprache von ca. 50%, Förderbedarf wird bei knapp der Hälfte der Klasse im sprachlichen Bereich angegeben. Diese Klasse wird ab diesem Schuljahr zum ersten Mal integrativ geführt, sodass neu auch Schülerinnen und Schüler (mit Förderbedarf Mathematik) in der Klasse sind, die zuvor eine Kleinklasse/Sonderklasse besuchten. Die Klasse wird als schwierig beschrieben, viele Kinder seien unselbstständig, und insbesondere gebe es im sozialen Bereich Probleme. Frau Keller führt normalerweise ihren Kleingruppenunterricht in einem anderen Schulzimmer durch, sie schätzte die Situation deshalb als „künstlich“ und „unangenehm“ ein.

Beschreibung des Unterrichtsverlaufs

Die Lektion ist in drei Phasen gegliedert: eine ca. achtminütige Klassenaktivität mit Vorstellungsübungen, eine geführte Phase mit einer Fünfergruppe zum Stellen Verändern mit Bündelung (Übergänge) von ca. 20 Minuten und Einzelarbeit von ca. 10 Minuten.

Zu Beginn der Lektion führt die Klassenlehrerin Frau Amann Vorstellungsübungen (vgl. Kapitel 7) durch, wobei die Schülerinnen und Schüler sich eine Zahl mit Dienes-Würfelmateriale vorstellen müssen und diese gedanklich manipulieren (z.B. ein Hunderter dazu). Fünf Schülerinnen wird angeboten, diese Übung mit den Dienes-Blöcken durchzuführen, was jedoch niemand annimmt. Frau Keller fordert eine Schülerin zum Legen auf und unterstützt das strukturierte Legen und Verändern. Danach wiederholt Frau Keller eine Sequenz aus dem ersten Lektionsplan zur halbschriftlichen Addition: Ziel ist es, zu einer Startzahl einmal nur Einer, nur Zehner und nur Hunderter zu addieren und zu vergleichen, an welchen Stellen sich dabei bei der Startzahl etwas verändert (vgl. Abbildung 23), insbesondere, ob eine Bündelung vorgenommen werden muss.

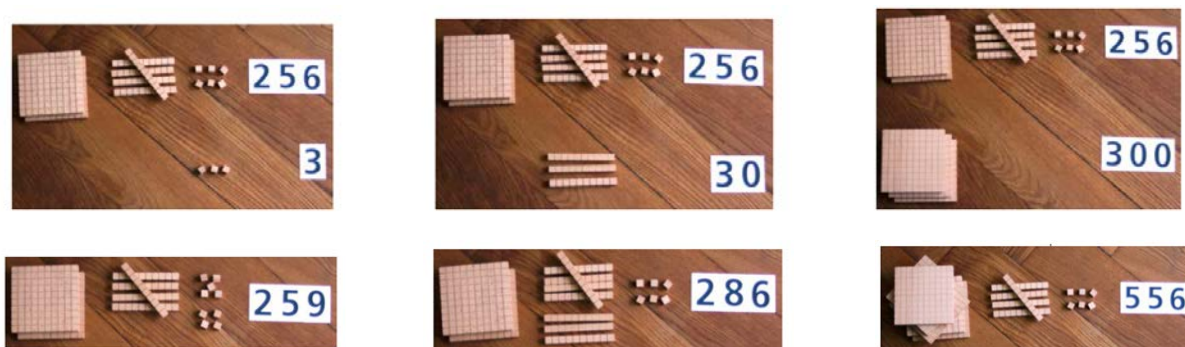


Abbildung 23 Zahlen systematisch verändern ©PRiMa UZH

Im vorliegenden Unterrichtsbeispiel geht es um die Additionen $385 + 7$, $385 + 70$ und $385 + 700$. Auf je einer Unterlage werden die drei Rechnungen gleichzeitig vorbereitet durch das Legen der Startzahl sowie des zweiten Summanden mit Würfeln und mit Stellenwertkarten (analog Abbildung 23, obere Zeile). Die Schülerinnen übernehmen dabei verschiedene Rollen. Dabei wird geklärt, was strukturiertes Legen bedeutet und dass keine Zehnerstäbe für das Pluszeichen verwendet werden dürfen, wie das eine Gruppe gemacht hat. Danach werden die drei Aufgaben nacheinander gemeinsam gelöst. Die Schülerinnen müssen sich jeweils zuerst überlegen, an welcher Stelle sich etwas verändert, wenn man die Addition durchführt. Frau Keller fordert zum Begründen der Voraussagen auf. Erst dann wird durch die Handlung des Zusammenschiebens die Addition durchgeführt und die Voraussage überprüft. Die Tauschhandlung beim Bündeln (zehn Einerwürfel zu einem Zehnerstab; zehn Zehnerstäbe zu einer Hunderterplatte; zehn Hunderterplatten zu einem Tausenderwürfel) wird verbalisiert und durch das Umtauschen der Stellenwertkarte begleitet. Immer wieder werden die Schülerinnen aufgefordert zu zeigen, wo sie eine Menge ablesen, oder zu erklären, warum eine Zahl genauso heisst, wie sie heisst. Bei der dritten Rechnung, deren Ergebnis grösser als 1000 ist, besteht ein Verständnisproblem, wie diese Zahl (1085) gelesen wird bzw. wie sie mit den Stellenwertkarten gelegt werden muss, damit die leere Hunderterstelle sichtbar ist. Frau Keller zeigt vor, wie die einzelnen Stellenwertkarten zu den Würfeln passen, indem sie sie zu den einzelnen Stellen legt. Dabei zeigt sie den Schülerinnen auf, dass es keine Hunderterplatten hat und deshalb auch keine Stellenwertkarte. Danach werden die Stellenwertkarten wieder zusammengefügt mit einer sichtbaren 0 an der Hunderterstelle und die Zahl gelesen.

In der letzten Phase arbeiten diese Schülerinnen auch am Arbeitsblatt mit analogen Aufgaben, wie zuvor gemeinsam durchgeführt. Frau Keller unterstützt dabei wiederum vor allem eine Schülerin, die ihre Unlust äussert. Gegen Schluss fordert sie die Schülerin auf, ihr zu „diktieren“, was sie ausführen muss. Die Schülerin verbalisiert darauf die auszuführenden Aktionen, und Frau Keller führt die entsprechenden Handlungen stellvertretend für die Schülerin aus.

Beschreibung der Adaptivitätsdimensionen

Adaptivitätsdimension kognitive Aktivierung (4)

In ihrer Förderung fokussiert die IF-Lehrperson Frau Keller (IFK) auf das Konzept Bündeln, das zu Veränderungen an bestimmten Dezimalstellen führt. Die Schülerinnen müssen Voraussagen treffen und begründen und eigene und fremde Handlungen verbalisieren, z.B. wenn eine Schülerin Stellenwertkarten austauscht, nachdem die Tauschhandlung mit dem Material durchgeführt wurde (vgl. Trans21 und Trans22).

Trans21 [623IF/18:49 – 19:02]: Voraussage treffen und begründen

Julia: [Auf die Frage, an welcher Stelle sich etwas verändert] Bei den Zehnern und bei den Einern.

IFK: Warum weisst du denn das schon, dass es sich auch bei den Zehnern verändert

Julia: Weil sieben und fünf ergibt mehr als nur eine Einerzahl.

Trans22 [623IF/20:11 – 20:44]: Handlungen antizipieren

IFK: [Marina geht Zehnerstellenwertkarte auswechseln] Versteht ihr, was Marina macht? Verstehst du, was Marina will?

Esohe: Sie will eine Neunzig holen und dann nimmt sie wahrscheinlich noch eine zwei.

IFK: Warum?

Esohe: Weil, jetzt nicht mehr fünf ... Einerchen, sondern jetzt sind es (zwei)

Wartende Schülerinnen werden aufgefordert, gut zu beobachten, ob das durchgeführt wird, was sie selber tun würden, und dann zu kommentieren.

Die Adaptivitätsdimension *kognitive Aktivierung* lässt sich bei Frau Keller insbesondere durch folgende Strategien charakterisieren:

- Frau Keller stellt herausfordernde Aufgaben, die auf Strukturen und Konzepte hinzielen
- Frau Keller lässt Voraussagen treffen und begründen
- Frau Keller lässt Aussagen begründen
- Frau Keller lässt Arbeitsschritte verbalisieren und begründen
- Frau Keller lässt Arbeitsschritte reflektieren
- Frau Keller lässt Beziehungen herstellen

Adaptivitätsdimension Diskursanregung (4)

Frau Keller regt die Schülerinnen fortwährend an, Handlungen zu beobachten und auf Äusserungen und Aktivitäten zu reagieren. Die Schülerinnen äussern Unsicherheiten oder Unstimmigkeiten und begründen und beweisen z.T. selbstständig (vgl. Trans23).

Trans23 [623IF/23:39 – 24:06]: Zahl an Würfeln ablesen

IFK: Kannst du jetzt mal die Zahl jetzt lesen, Marina, wie viel jetzt da liegt?

Marina: Dreihundert ... vierhundert ... fünfund ... vierzig

Esohe: Fünfundfünzig, vierhundertfünfundfünzig

Marina: Jaa.

Esohe: Weil das sieht man [zeigt auf die 5 Zehnerstäbe] da dran.

Frau Keller nimmt Beiträge der Schülerinnen auf und entwickelt weiterführende Fragestellungen bzw. fordert alternative Lösungswege. Die Adaptivitätsdimension *Diskursanregung* ist durch die folgenden Strategien charakterisiert:

- Frau Keller fordert zum Begründen von Äusserungen und Aktivitäten auf
- Frau Keller schafft Raum für Antworten und alternative Lösungswege
- Frau Keller ermöglicht, Fragen einzubringen

Adaptivitätsdimension Zielgerichtetheit (4)

Frau Keller fokussiert permanent auf die Strukturen des Dienes-Würfelmaterials und den Bezug zu den Stellenwertkarten. Sie rekapituliert, bezieht sich auf frühere Abmachungen, z.B. was mit Muster bzw. Struktur gemeint ist (vgl. Trans 24).

Trans24 [623IF/12:58 – 13:17]: Strukturiert legen

IFK: Julia, erinnerst du dich noch letztes Mal, dass wir gesagt haben, es ist wichtig, dass du eine richtige Ordnung machst, aber nicht ein Muster. Die Hunderter zu den Hundertern, die Zehner zu den Zehnern, die Einer zu den Einern.

Handlungen werden mehrmals durchgeführt, verbalisiert und Erkenntnisse expliziert, durch die IF-Lehrperson oder durch die Schülerinnen. Frau Keller fragt nach, verlangt präzise Aussagen (vgl. Trans 25).

Trans25 [623IF/18:16 – 18:52]:

IFK: Wo verändert sich etwas, wenn wir das addieren? Wo verändert sich etwas?

Julia: Hier.

IFK: Was heisst hier? Kannst du das richtige Wort noch gebrauchen?

Julia: (Hier und hinten).

Marina: Da drüben ... weil

IFK: Wie heisst ... Schaut mal,

Julia: [unterbricht] Ah, bei den Zehnern und bei den Einern.

IFK: ich möchte nicht, dass ihr einfach sagt ... Aha, jetzt bin ich einverstanden. Wo genau verändert sich etwas, Julia, sagst du's noch einmal präzise?

Julia: Bei den Zehnern und bei den Einern.

Die Adaptivitätsdimension *Zielgerichtetheit* ist durch folgende Strategien charakterisiert:

- Frau Keller fokussiert permanent auf die zentralen Verstehenselemente
- Frau Keller betont verbal und gestisch wichtige Verstehenselemente
- Frau Keller lässt zentrale Punkte explizieren
- Frau Keller weist auf wichtige Erkenntnisse hin

Adaptivitätsdimension Arbeitsmittel (4)

Der Prozess der Addition wird durch Zusammenschieben des entsprechenden Dienes-Würfelmaterials deutlich veranschaulicht. Mit den Stellenwertkarten werden die Bündelungsvorgänge „protokolliert“ und die Veränderungen der Stellen sowohl an den Stellenwertkarten als auch an den Würfeln deutlich hervorgehoben, sodass stets der Bezug zwischen den beiden Repräsentationen Stellenwertkarten und Würfel hergestellt wird. Voraussagen werden am Arbeitsmaterial überprüft (vgl. Trans26).

Trans26 [623IF/25:04 – 25:33]: Überprüfen der Voraussage

IFK: Willst du's gerade selber erklären, Esohe. Wo verändert sich etwas?

Esohe: () Wart schnell ... ahh ... ehm .. tausend? Mit den Hunderterplatten?

IFK: Du hast richtig gemerkt, es verändert sich etwas bei den Hunderterplatten. Kannst du das grad mal machen?

Immer wieder wird auf das strukturierte Legen des Würfelmaterials geachtet, dass man die Zahl auf einen Blick „ablesen“ kann, Frau Keller fragt wiederholt nach, wo die entsprechende Zahl sichtbar ist. Die gelegte Struktur wird für geschicktes Zählen genutzt (vgl. Trans27).

Trans27 [623IF/32:55 – 33:35]: Geschicktes Zählen mit Kraft der Fünf

Marina: Eins zwei drei vier fünf sechs sieben acht neun [tippt die Einerwürfel an]

IFK: Kannst du sie auch zählen, ohne dass du sie antippst und einzeln zählst? Wie viele sind das? ... Wie viele sind hier [umkreist die Fünfergruppe Einer] Du hast sie so schön gelegt.

Marina: Fünf [manipuliert an den Einerwürfeln, nicht sichtbar]

IFK: Fünf ... Genau... Und schau, wenn du sie so schön gelegt hast, dann weiss ich ja auch, dass du weisst, dass das fünf sind, dann kannst du gerade so zählen, schau, Marina, kannst du gerade so zählen, fünf [hält Hand über die Fünfergruppe] sechs sieben acht neun [tippt die restlichen Einer an].

Die Adaptivitätsdimension *Arbeitsmittel* ist durch folgende Strategien charakterisiert:

- Frau Keller lässt Würfel strukturiert legen und setzt sie für geschickte Zählstrategien ein
- Frau Keller lässt Beziehungen zwischen verschiedenen Repräsentationen (Würfel – Stellenwertkarten) herstellen bzw. verdeutlicht sie
- Frau Keller lässt Bündelungsvorgänge durch Tauschhandlungen vollziehen

Adaptivitätsdimension Umgang mit Fehlern (4)

Frau Keller macht in Fehlersituationen auf Widersprüche aufmerksam und gibt den Schülerinnen die Möglichkeit, sich selber zu verbessern. Sie setzt dabei die Arbeitsmittel gezielt ein und macht die Problematik explizit (vgl. Trans 28).

Trans 28 [623IF/26:40 – 28:22]: Tausenderzahl mit Nullstelle mit Stellenwertkarten

[Esohe legt anhand des Würfelmaterials (1T, 8Z, 5E) die Stellenwertkarten. Sie legt die Tausenderstellenwertkarte 1000, die Zehnerstellenwertkarte 80 und die Einerstellenwertkarte 5 so, dass die Zahl 1850 sichtbar ist].

Julia: Äh? Komme nicht draus.

IFK: Darf sie das? [hebt Einerstellenwertkarte (5) leicht auf] /SuS: ja nein/

Julia: Muss man nicht das da rüberschieben?

Esohe: Ah ja, stimmt [schiebt 85 nach hinten, sodass die Null an der Hunderterstelle zum Vorschein kommt]

IFK: Ich gebe die Frage dir zurück.

Esohe: Noch eine?

IFK: Seid ihr unsicher? Wir nehmen doch mal auseinander und schauen [legt Karte 1000 auf den Tausenderwürfeln] Tausend [Karte 80 auf die Zehnerstäbe], hier sind achtzig und hier sind fünf [legt Karte 5 zu den Einerwürfel]. Und genau legt man es, wie Julia gesagt hat [legt Karte 1000 hin] tausend ... die Zehner kommen zu den Zehnern [Karte 80 auf Zehner und Einerstelle] ... und die Einer zu den Einern [Karte 5 auf die Einerstelle] und du siehst, es hat gar keine Hunderter mehr da [tippt auf die Ziffer 0 und zeigt auf die Würfel]. /SuS: Ja/ Deshalb hier die Nullstelle. Kannst du diese Zahl schon lesen?

Esohe: Tausend ... [Antonella tippt auf die Stelle 5 und dann 8] Tausend ... Tausendtausendtausendfünfhundertacht?

IFK: Ich nehme es ein bisschen auseinander [legt 85 unterhalb der 1000 an die Zehner- und Einerstelle]. Marina [meldet sich schon länger] kannst du sie lesen?

Marina: Tausend ... fünfhundertachtzig [andere SuS sprechen mit]

SHP: Was meinst du dazu, Lieke? ... Oder Antonella, probier dus mal.

Antonella: Mmm ...

SHP: [tippt auf Tausenderwürfel] Tausend und [hält Hand über die Zehner- und Einerwürfel] fünfundachtzig [legt 85 wieder auf die 1000] Tausendundfünfundachtzig.

Der Bezug der 0 an der Hunderterstelle wird durch Auseinandernehmen der Stellenwertkarten und Zuordnung zum Material gemacht: Die Nullstelle in der Zahl wird verdeutlicht, indem die Stellenwertkarten auseinandergenommen und zum Würfelmaterial gelegt werden (keine Hunderterplatten, also keine Hunderterstellenkarte, deshalb sichtbare Null). Die Aufgabe wird gleich zur neuen Aufgabe erweitert, diese grosse Zahl über 1000 zu lesen zu versuchen. Frau

Keller nimmt die Karten noch einmal auseinander und legt sie untereinander hin. Als die Schülerinnen wiederum scheitern, „liest“ sie die Zahl selber vor, jedoch wiederum verbunden mit dem Bezug zum Material.

Die Adaptivitätsdimension Umgang mit Fehlern wird durch folgende Strategien charakterisiert:

- Frau Keller lässt Fehler oder Schwierigkeiten gemeinsam behandeln
- Frau Keller setzt die Würfel und Stellenwertkarten zur Problemlösung ein
- Frau Keller stellt gezielte Fragen mit Hinweisen
- Frau Keller wiederholt Handlungen
- Frau Keller lässt Lösungsvorschläge ausführen und diskutieren

9.5.4 Zusammenfassende Gegenüberstellung

Mit diesen Fallbeschreibungen sollte exemplarisch aufgezeigt werden, wie sich adaptive Lernunterstützung konkret manifestiert, wie die zwei Lehrpersonen und die IF-Lehrperson adaptive Lernunterstützung umsetzen.

Lehrerin Montis Unterrichtsbeispiel gehört zur Gruppe mit hohem Adaptivitätsprofil, sie erreicht in allen Dimensionen die höchste Adaptivitätsausprägung. Lehrerin Gigers Unterrichtsbeispiel gehört in die Gruppe mit tiefem Adaptivitätsprofil, sie erreicht in der Dimension *Arbeitsmittel* die zweittiefste und in den anderen Dimensionen die tiefste Ausprägung (vgl. Abbildung 24). Das Profil von IF-Lehrerin Keller entspricht demjenigen von Frau Monti.

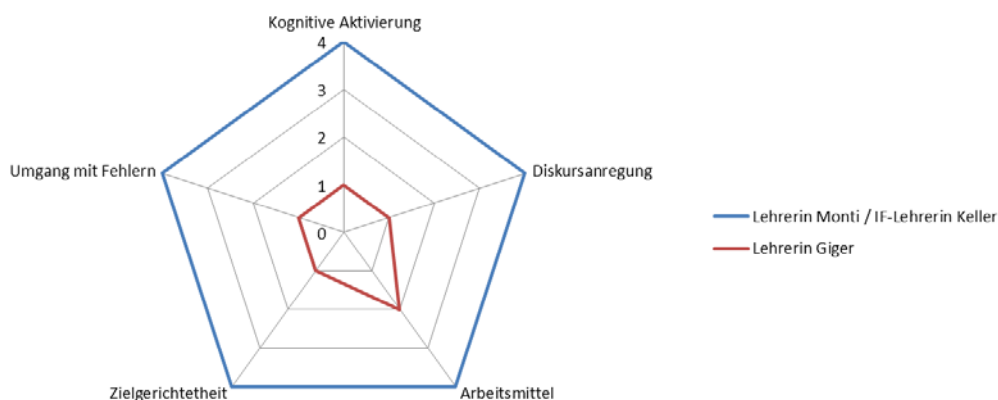


Abbildung 24 Adaptivitätsprofile Monti, Giger und Keller

Lehrerin Montis Unterricht ist geprägt durch ein Zusammenspiel von geplantem und situativem Unterstützungsverhalten, es fliessen mathematisch-inhaltliche und instruktional-interaktive Aspekte von Adaptivität ein. An den präsentierten Ausschnitten wird deutlich, wie Lehrerin Monti einen kognitiv aktivierenden, verstehensorientierten, zielgerichteten Diskurs auch in fehlerbehafteten Situationen anregen und aufrechterhalten kann. Es zeigt sich dies insbesondere auch in den verbalen Äusserungen, die bei Lehrerin Monti von vielfältigen Strategien, Scaffolds und Talk Moves wie kognitiv aktivierenden Fragen, Hinweisen, Feedback etc. geprägt ist (vgl. Kapitel 5), ihre Fragen schliessen oft an Schülerproduktionen an. Ihre Lernunterstützung weist eine hohe Anzahl an Reflexionsanlässen auf, in denen aufgetretene Schwierigkeiten gemeinsam erörtert und expliziert werden, um das Verständnis zu überprüfen, zu festigen und den nächsten Lernschritt vorzubereiten. Die Lernunterstützung kann mit Lehrerin Montis Frage „Warum gab es dieses Problem?“ metaphorisch umschrieben werden. Lehrerin Monti etabliert einen kognitiv anregenden, zielgerichteten Diskurs, der eine konsequente Unterstützungsstruktur in der Klasse bildet (vgl. S. 62; Williams & Baxter, 1996). Ihr Unterricht entspricht in hohem Mass dem Unterricht, den Jones und Brownell (2014) als effektives *special education teaching* definieren (vgl. Kapitel 3.3.2): Er ist explizit, intensiv, kohärent, aktivierend, responsiv und fokussierend. Ihr Unterricht zeichnet sich aus durch eine sorgfältig geplante Instruktion mit gezielter Auswahl und Reihung von Aufgaben, was von Gersten et al. (2009) als Scaffolding bezeichnet wird. Nach Reusser (2006) führt ein solcher ko-konstruktiver Unterricht, wie ihn Lehrerin Monti durchführt, zu transparenterem, stabilerem, aber auch flexiblerem Wissen und zu erhöhter Motivation und Selbstwirksamkeit (vgl. S. 78).

Die Lernunterstützung von Lehrerin Giger weist eine geringere Auswahl an Strategien wie kognitiv aktivierende Fragen, Hinweise oder Feedback auf. Insbesondere werden auftauchende Fehler mittels Nennung des richtigen Ergebnisses durch die Lehrerin oder andere Schülerinnen und Schüler bearbeitet. Lehrerin Gigers Lernunterstützung kann mit ihrer Aussage „Das ist jetzt etwas falsch“ umschrieben werden. Die Lernunterstützung entspricht dem von Tharp und Gallimore (1988) beschriebenen *recitation script* (vgl. S. 63): Die Fragen sind losgelöst voneinander und erfordern vor allem voraussehbare Faktenantworten, die das (mutmassliche) Informationswissen der Schülerinnen und Schüler abbilden. Die Schülerinnen und Schüler werden hauptsächlich nach Ergebnissen gefragt, Lehrerin Giger setzt selten Fragen ein, um komplettere oder elaboriertere Ideen zu entwickeln (vgl. I-R-E-Muster, S. 65): Sie stellt eine Frage nach einer gesuchten Zahl, bis eine Schülerin oder ein Schüler die richtige Zahl nennt. Die Unterrichtsform Recitation habe auch ihre Berechtigung, jedoch würde sie zu häufig verwendet bzw. verlange einen angemessenen und sensitiven Gebrauch (Tharp & Gallimore, 1988, S. 15ff.;

Alexander, 2008, S. 31). Unterrichtsformen mit höherem diskursivem und dialogischem Anteil werden als effektiver und verständnisfördernder angesehen. Insbesondere informatives Feedback hält das Gespräch offen, anstatt zu bewerten oder abzuschliessen (vgl. S. 66).

Die Lernunterstützung der IF-Lehrperson ist durch ihre Aufforderung „Sag es präziser“ geprägt. Frau Keller bindet die Schülerinnen in einen kognitiv aktivierenden Diskurs ein, ihre Lernunterstützung ist kohärent und zielt auf das Verständnis spezifischer mathematischer Konzepte (Strukturiertes Legen, Bündeln, Stellenwerte) ab. Dafür werden geeignete Arbeitsmittel eingesetzt und deren Strukturen für Verstehensprozesse genutzt. Fehlersituationen werden als Lernsituationen genutzt, die Schülerinnen haben die Möglichkeit, gemeinsam die Lernsituation zu meistern. So konnten die Schülerinnen auf die Einzelarbeit am Aufgabenblatt (mit analogen Tripelaufgaben) vorbereitet werden.

9.6 Beantwortung der Hauptfragestellung

Hauptfragestellung: Inwiefern gelingt es Lehrpersonen in der Primarschule, Hinweise zur adaptiven Lernunterstützung der Schülerinnen und Schüler umzusetzen, und zwar sowohl im Ganzklassenunterricht als auch während der selbstständigen Schülerarbeit – insbesondere mit Blick auf die rechenschwachen Schülerinnen und Schüler?

Die Lehrpersonen erhielten ein Förderprogramm für den integrativen Mathematikunterricht (vgl. Kapitel 7), das Übungsangebote, Materialien und insbesondere Unterrichtseinheiten in Form von Lektionsplänen zu spezifischen mathematischen Inhalten bereitstellte, die besonders fehleranfällig sind und bei denen sich oft Schwierigkeiten zeigen (vgl. Kapitel 3.2). Ein Kernelement des Programms stellen die in die Lektionspläne integrierten Hinweise zur adaptiven Lernunterstützung dar. Die Lehrpersonen wurden in das Programm eingeführt, eine Gruppe auch während der Umsetzung durch zwei Begleitveranstaltungen intensiver unterstützt.

Um zu untersuchen, inwiefern die Lehrpersonen diese Hinweise zur adaptiven Lernunterstützung im Unterricht umsetzen können, wurde mittels eines hoch-inferenten Ratingsystems (vgl. Kapitel 8.5.4) videografiert Unterricht von Lehrpersonen (und IF-Lehrpersonen) analysiert, die das Förderprogramm anwenden. Das Analyseinstrument basiert auf dem für diese Studie entwickelten *Konzept der adaptiven Lernunterstützung ALU* (vgl. Kapitel 5), das adaptive Lernunterstützung als Zusammenspiel von sechs Adaptivitätsdimensionen konzipiert, die mathematisch-inhaltliche sowie instruktional-interaktive Aspekte der Lernunterstützung berücksichtigen: *kognitive Aktivierung*, *Diskursanregung*, *Zielgerichtetheit*, *produktiver Einsatz von*

Arbeitsmitteln, produktiver Umgang mit Fehlern und Differenzierung. Die adaptive Lernunterstützung wurde sowohl in Ganzklassensequenzen als auch in individuellen Schülerarbeitsphasen untersucht.

Es zeigt sich, dass es nur 15% der Lehrpersonen kaum gelungen ist, die Hinweise zur adaptiven Lernunterstützung umzusetzen. 54% der Lehrpersonen gelang die Umsetzung sogar auf hohem Niveau. Besonders viele Lehrpersonen (70–80%) konnten die Hinweise zum produktiven Einsatz von Arbeitsmitteln und zur kohärenten Zielgerichtetheit gut umsetzen. Auch die kognitive Aktivierung der Schülerinnen und Schüler gelang 60% der Lehrpersonen gut, und im Umgang mit Fehlern zeigten 60% eine hohe Adaptivität. Am wenigsten gut konnten die Hinweise zur Diskursanregung umgesetzt werden (50%). Die besser gelungene Umsetzung der Hinweise zum produktiven Einsatz von Arbeitsmitteln und zur kohärenten Zielgerichtetheit zeigt sich auch in den individuellen Adaptivitätsprofilen der (IF-)Lehrpersonen: Wenn sie kein homogenes Profil aufweisen (also kaum unterschiedliche Ausprägungen in den einzelnen Dimensionen), dann zeigte sich besonders häufig eine erhöhte Ausprägung sowohl in den Adaptivitätsdimensionen *Arbeitsmittel* als auch *Zielgerichtetheit*.

Die Lehrpersonen, die intensiver ins Förderprogramm eingeführt und während der Umsetzung begleitet wurden, konnten die Hinweise zur Umsetzung tendenziell etwas besser umsetzen und unterstützten ausser bezüglich der Adaptivitätsdimension *Diskursanregung* etwas adaptiver.

Schülerinnen und Schüler mit besonderem Förderbedarf werden während des Unterrichts oft durch eine IF-Lehrperson unterstützt. Da die adaptive Lernunterstützung gerade für diese Schülerinnen und Schüler bedeutsam ist für den Lernfortschritt, interessierte deshalb das Ausmass der adaptiven Lernunterstützung der IF-Lehrpersonen. Die IF-Lehrpersonen, die an der Videolektion beteiligt waren, weisen eine etwas weniger adaptive Lernunterstützung als die Lehrpersonen auf. Auch den IF-Lehrpersonen gelang v.a. die Umsetzung der Hinweise zum produktiven Einsatz von Arbeitsmitteln und zur kohärenten Zielgerichtetheit am besten und zur Diskursanregung am wenigsten gut.

Fazit: 85% der Lehrpersonen gelang die Umsetzung der Hinweise zur adaptiven Lernunterstützung gut. Insbesondere gelang dies bezüglich der Adaptivitätsdimensionen *Arbeitsmittel* und *Zielgerichtetheit*, am wenigsten gut bezüglich der Dimension *Diskursanregung*. Die intensiver begleiteten Lehrpersonen konnten die Hinweise zur adaptiven Lernunterstützung tendenziell besser umsetzen, den IF-Lehrpersonen gelang dies etwas weniger gut.

10 Adaptive Lernunterstützung im inklusiven Mathematikunterricht – Diskussion

10.1 Zusammenfassung

Eine beachtliche Anzahl von Schülerinnen und Schülern in der Schweiz hat bis zum Ende der Schulzeit die grundlegenden mathematischen Inhalte nicht erworben, obwohl in internationalen Untersuchungen zu den mathematischen Leistungen durchschnittliche oder sogar überdurchschnittliche Ergebnisse erreicht werden (vgl. Zahner Rossier et al., 2004). Infolge der Reformbemühungen und der zunehmenden Integration von Schülerinnen und Schülern mit Lernschwierigkeiten oder Lernbehinderungen werden die Klassen noch heterogener. Es besteht der Anspruch, allen Schülerinnen und Schülern eine angemessene Ausbildung zukommen zu lassen. Es stellt sich die Frage, wie Schülerinnen und Schüler mit speziellem Förderbedarf während ihrer Grundschulzeit optimal gefördert werden können. Der Umgang mit sehr heterogenen Klassen ist die bedeutendste Herausforderung für das Schulsystem und insbesondere für die Lehrpersonen (vgl. Kapitel 2). Es müssen Unterrichtssettings geschaffen werden, die dem Anspruch an Differenzierung genügen. Adaptivität wird in diesem Zusammenhang als zentrales Qualitätsmerkmal für den gemeinsamen Unterricht mit heterogenen Lerngruppen angesehen (vgl. Kapitel 4). Adaptivität ist eine Lehrkompetenz, den Unterricht bzw. die unterstützenden Interventionen so auf den individuellen Förderbedarf, auf die Kompetenzen und das Vorwissen der Schülerinnen und Schüler auszurichten, dass diese eigenaktiv zentrale mathematische Konzepte aufbauen können und ein sicheres, vernetztes Verständnis erwerben. Mit dem hier vorgestellten *Konzept der adaptiven Lernunterstützung ALU* (vgl. Kapitel 5) wurde aufgezeigt, dass sich Adaptivität nicht nur situativ zeigt und sich nicht nur auf die Schülerinnen und Schüler bezieht, sondern auch auf den Fachinhalt, zudem beinhaltet adaptive Lernunterstützung effektive Instruktionskomponenten. Adaptive Lernunterstützung bezieht somit gleichzeitig planerische *und* situative Aspekte ein. Adaptive Lernunterstützung wurde zudem als Unterstützung sowohl für einzelne Schülerinnen und Schüler als auch bezüglich der ganzen Klasse verstanden, indem der interaktive Aspekt hervorgehoben wird, der im Konzept durch das verbindende Element des Diskurses integriert wird.

In dieser Studie wurde untersucht, wie Lehrpersonen ihren Mathematikunterricht adaptiv gestalten. Für den integrativen Mathematikunterricht in dritten Klassen wurde ein Förderprogramm entwickelt, das ein differenziertes Lernangebot enthält und den Ansprüchen an adaptive Lernunterstützung, Verstehensorientierung und gemeinsamen Unterricht gerecht werden will.

Dabei wurden in die Lektionspläne Erkenntnisse zu den zentralen mathematischen Schwierigkeiten im Basisstoff ebenso eingebettet wie zu effektiven Instruktionskomponenten für ein vertieftes Verständnis. Für die Lehrperson wurden Hinweise zum adaptiven Unterrichten ins Förderprogramm integriert in Form von ausformulierten Lektionsplänen mit Angaben zur Auswahl von Lerninhalten, Aufgaben und (differenzierten) Gestaltung der Instruktion. Insbesondere wurden interaktive Interventionen in Form von ausformulierten verbalen Impulsen und Fragen zur Erarbeitung oder Reflexion integriert, die den Austausch über Denkwege, Lernprozesse, Einsichten und Zusammenhänge anregen sollen. Dafür wurde das Konzept des Scaffoldings herangezogen, das eine besonders interaktive und adaptive Form der Unterstützung darstellt (vgl. Kapitel 4.4).

Mit der Videostudie wurde die Frage beantwortet, inwiefern es Lehrpersonen gelingt, mithilfe eines Förderprogramms adaptive Lernunterstützung umzusetzen. Es wurde ein hoch inferentes Ratinginstrumente zur Analyse der adaptiven Lernunterstützung entwickelt. Mit den Adaptivitätsdimensionen *kognitive Aktivierung*, *Diskursanregung*, *Zielgerichtetheit*, *produktiver Einsatz von Arbeitsmitteln* und *produktiver Umgang mit Fehlern* konnte eine sogenannte Adaptivitätsskala gebildet werden, während die Adaptivitätsdimension *Differenzierung* eine eigene Skala bildete. Die Untersuchung der Ausprägung der adaptiven Lernunterstützung bezüglich der fünf Dimensionen der Adaptivitätsskala ergab, dass es 54% der Lehrpersonen auf hohem Niveau gelang und knapp 15% wenig adaptiv unterstützten, wobei die Gruppe der enger begleiteten Lehrpersonen tendenziell noch etwas adaptiver und die IF-Lehrpersonen tendenziell etwas weniger adaptiv unterstützte. Die Adaptivitätsdimensionen *Arbeitsmittel* und *Zielgerichtetheit* wiesen dabei die höchsten Adaptivitätsausprägungen auf, die *Diskursanregung* die tiefste. Die adaptive Lernunterstützung der Lehrpersonen konnte homogenen sowie heterogenen Adaptivitätsprofilen zugeordnet werden. Exemplarisch wurde die Adaptivität der Lernunterstützung einer Lehrperson und einer IF-Lehrperson mit hoher und einer Lehrperson mit tiefer Adaptivitätsausprägung anhand von Transkriptionsbelegen beschrieben.

Im Folgenden werden das Konzept der adaptiven Lernunterstützung (vgl. Kapitel 10.2) und die Ergebnisse der Videostudie (vgl. Kapitel 10.3) diskutiert.

10.2 Diskussion des Konzepts der adaptiven Lernunterstützung ALU

Grundprinzipien und Dimensionen von adaptiver Lernunterstützung

Im Konzept der adaptiven Lernunterstützung wird aufgezeigt, dass das Unterstützungsverhalten einer Lehrperson sowohl adaptive Planungsaspekte als auch situative Aspekte in der Lernbegleitung bzw. Begleitung eines Problemlöseprozesses beinhaltet (vgl. S. 41). Damit soll betont werden, dass sich die Adaptivität der Lernunterstützung sowohl auf den Fachinhalt als auch auf die Instruktionsformen bezieht. Adaptivität zeigt sich nicht nur „in der Situation“, wenn eine Lehrperson im Falle von Nichtverstehen, fortbestehenden Misskonzepten oder Fehlern von Schülerinnen und Schülern adaptive Strategien der Unterstützung einsetzt, sondern auch im geplanten Unterrichtsangebot bzw. dessen der Durchführung. Zur Konzeptualisierung von adaptiven Strategien wird das Konzept des Scaffoldings herangezogen (vgl. Kapitel 4.4). Dabei wird die besondere interaktive Qualität von adaptiver Lernunterstützung fokussiert. Verschiedene (weiterführende) Konzeptionen von Scaffolding bzw. von diskurs-intensivem Unterricht, rekurren implizit oder explizit auf das „Scaffolding-Urkonzept“ von Wood et al. (1976) (vgl. Kapitel 4.4 und 4.5) und betonen die Bedeutsamkeit der Interaktivität der Lernunterstützung für die eigenaktive Konstruktion von stabilem und flexiblem Wissen.

Das Zusammenspiel von geplanten und situativen Unterstützungsstrategien für eine differenzierte, verstehensorientierte und eigenaktive Förderung der zentralen mathematischen Inhalte wird durch die sechs Adaptivitätsdimensionen umschrieben: *kognitive Aktivierung, Diskursanregung, Zielgerichtetheit, produktiver Einsatz von Arbeitsmitteln, produktiver Umgang mit Fehlern und Differenzierung*. Die Adaptivität der Lernunterstützung manifestiert sich in Form einer hohen kognitiven Aktivierung der Schülerinnen und Schüler, in Form eines diskursiven Unterrichts, in Form kohärenter Zielgerichtetheit, in Form eines verstehensorientierten, zielorientierten Einsatzes von Arbeitsmitteln, Veranschaulichungen und Notationen, in Form situativer Unterstützungsformen bei Verständnisproblemen oder Fehlern und in Form differenzierter Lernangebote oder -formen.

Adaptive Lernunterstützung kann als ein Merkmal von (gutem) Unterricht in heterogenen Lerngruppen im Allgemeinen angesehen werden. Sie stellt einerseits ein verbessertes Unterrichtsangebot dar und hat andererseits eine vermittelnde Funktion zwischen dem Lernangebot und der Nutzung durch die Schülerinnen und Schüler in dem Sinne, dass sie im Unterrichtsgeschehen die Nutzung des Lernangebots durch die Schülerinnen und Schüler verbessert (vgl. Angebots-Nutzungs-Modell, S. 40).

Mit dem Konzept ALU wird Scaffolding als zentrales Element adaptiver Lernunterstützung und als geplante und situative Lernunterstützung im Klassengespräch in ein Klassensetting übertragen. *Contingency*, *Fading* und *Transfer of Responsibility* sind Schlüsselmerkmale von Scaffolding (van de Pol et al., 2010; vgl. Kapitel 4.4). *Contingency* wird nicht nur als situative Anpassungsleistung an die momentane Performanz einer Schülerin oder eines Schülers verstanden, sondern im Konzept gesamthaft als adaptive Lernunterstützung integriert unter Einbezug planerischer, situativer, auf den Sachinhalt und individuelle Voraussetzungen bezogener Aspekte. Das Schlüsselmerkmal *Transfer of Responsibility* bzw. *Handover* (vgl. u.a. Stone, 1998; Tharp & Gallimore, 1988; van de Pol et al., 2010), das eng an das *Fading* gekoppelt ist, ist implizit in das Konzept integriert: Durch die Betonung der kognitiven Aktivierung und der Diskursanregung wird den Schülerinnen und Schülern explizit eine starke Eigenaktivität und Beteiligung und somit im ganzen Lernprozess eine grosse Verantwortung übergeben. Der Aspekt des Zurücknehmens der Unterstützung (*Fading*) und gleichzeitigen Übergebens von Verantwortung (Transfer/Handover, vgl. Abbildung 3, S. 55) wird jedoch nicht explizit ausgeführt.

Das Konzept der adaptiven Lernunterstützung wurde im Hinblick auf den integrativen *Mathematikunterricht* konzipiert. Die Grundprinzipien und die Adaptivitätsdimensionen sind jedoch fachübergreifend formuliert. Das Konzept ALU betont den fachspezifischen Anteil der adaptiven Lernunterstützung insofern, indem die zentralen Elemente und Konzepte des fachspezifischen Lerninhaltes „didaktisch arrangiert“ werden. Es ist davon auszugehen, dass das Konzept ALU auch auf andere Fachgebiete übertragen werden kann.

Reichweite dynamischer Modelle

Prinzipiell wirft jedes Modell oder Konzept von Scaffolding oder adaptiver Lernunterstützung u.Ä. die Frage nach der genügenden Differenziertheit [*delicacy*] auf (vgl. Hammond & Gibbons, 2005, S. 26). Keine Liste von Merkmalen ist abschliessend, Unterscheidungen können immer feiner oder gröber gemacht werden, Aspekte können mitgedacht oder gerade ausgeschlossen werden. Ein Modell „friert“ die Merkmale ein, die prinzipiell dynamischer Natur sind, insbesondere die Gleichzeitigkeit von Unterricht und Lernunterstützung geht verloren (ebd., S. 27). Modelle können aber auch das Ziel einer Begrenzung der „Reichweite“ anstreben: Van de Pol et al. (2010, S. 257) grenzen die Verwendung des Begriffs *Scaffolding* so ein, dass erst die Rede von Scaffolding sein kann, wenn die Interaktion durch die drei Schlüsselmerkmale *Contingency*, *Fading* und *Transfer of responsibility* charakterisiert ist (vgl. S. 53). In anderen Konzeptionen wird Scaffolding an den Lernerfolg geknüpft, sodass erst von Scaffolding ge-

sprochen werden kann, wenn sich direkt ein Lernerfolg einstellt (ebd.). Dies ist jedoch zu kurzfristig gedacht, da es auch längerfristige Lernprozesse gibt und ein „Ende“ und ein „Anfang“ eines Lernprozesses nicht einfach so auszumachen ist. Das Konzept ALU versucht, diese längerfristigen Lernprozesse im Blick zu haben.

Unterschiedliche Interpretationen von zentralen Konzepten und Elementen des Konzepts

Im Konzept ALU sind instruktionale Förderkomponenten integriert, die als zentral gelten für die Förderung von Schülerinnen und Schülern mit Schwierigkeiten beim Mathematikerwerb, ebenso ist Scaffolding als adaptive Unterstützungsstrategie integriert. In der Diskussion um effektive Förderkomponenten und die Konzeption von Scaffolding werden in der Interpretation jedoch z.T. gegensätzliche Positionen eingenommen bzw. unterschiedliche Verständnisse postuliert. Ausserdem werden verschiedentlich zu breite (vgl. S. 47) bzw. simplifizierende Konzeptionierungen (vgl. S. 58) kritisiert.

In der Diskussion um Scaffolding wird oft die Dialektik Lehrerzentrierung versus entdeckendes Lernen eingebracht. Scaffolding wird bei Gersten et al. (2009, S. 1232) als eine besonders *explizite Form* der Unterstützung dargestellt, bei Stone et al. (1998, S. 17) dagegen als eine besonders *indirekte Form* der Unterstützung, und beide sehen diese Explizitheit bzw. Indirektheit jeweils gerade als spezifisch wirksame Qualität des Scaffoldings an. Jones und Brownell (2014, S. 119) konstatieren, dass Explizitheit als Kontrast zu eigenaktiver Konstruktion (miss-)verstanden werden könne, dies aber kein Widerspruch bedeute. Das Ziel von Explizitheit und eigenaktiver Konstruktion sei dasselbe, die Schülerinnen und Schüler sollten eine aktive Rolle im Verstehensprozess einnehmen können. Um bei Schülerinnen und Schülern mit besonderem Förderbedarf an den Punkt zu kommen, an dem diese bereit seien, Konzepte zu entdecken, müsse mehr Zeit investiert werden. Diese Instruktion könne als zu lehrerzentriert/-geleitet interpretiert werden (ebd.). Für die vorliegende Studie wurde Scaffolding als eine besonders adaptive Form der Begleitung von Lernprozessen verstanden, die durch den Einsatz von expliziten, zielgerichteten, spezifischen Strategien in einem hochgradig kommunikativen und aktivierenden Setting den Erwerb bzw. die Reorganisation von konzeptionellem Wissen unterstützt (vgl. S. 58). Die Explizitheit wurde insbesondere mit der Adaptivitätsdimension *Zielgerichtetheit* im Konzept ALU aufgenommen.

Eine weitere unterschiedliche Interpretation kann bei den Strategien *Instruction* und *Explication* festgestellt werden: In gewissen Konzepten stellen diese Strategien zentrale Merkmale von Adaptivität dar (vgl. Tharp & Gallimore, 1988). In anderen Konzeptionen werden Instruktion und Erklären hingegen als nicht adaptive Strategien interpretiert, da sie nicht dialogisch, nicht verstehensorientiert oder nicht kognitiv aktivierend seien (vgl. Alexander, 2008).

Eine ähnliche Diskussion wird um die Technik *Cued Elicitation*, das hinweisreiche Erfragen, geführt, das als geeignete diskursive (Scaffolding-)Technik angesehen wird (vgl. u.a. Mercer, 1995, S. 29; Hammond und Gibbons, 2005, S. 23f). Cued Elicitation dürfe nicht verstanden werden als Abfragen von Wissensbeständen oder Erfragen einer einzigen erwarteten (richtigen) Antwort. Je nachdem, *wie* die Evaluation der Schülerantwort ausgeführt wird, kann der Diskurs offen gehalten werden: Hammond und Gibbons (2005, S. 23f.) ersetzen den Evaluation Move des I-R-E-Interaktionsmusters (vgl. S. 65) deshalb durch den (öffnenden) *feedback move*, um eine erhöhte Zukunftsgerichtetheit des Diskurses zu erreichen. Die Lehrperson offeriert durch Cued Elicitation starke verbale oder gestische Hinweise für die erwartete Antwort, aber nicht im Sinne der einzig richtigen Antwort, sondern im Sinne der Hinführung auf das Ziel, den Kern der Sache.

Im Konzept ALU wird dieser Dialektik zwischen viel und wenig Kontrolle, viel und wenig Eigenaktivität oder Lehrerzentriertheit und Eigenkonstruktion mit einem zielgerichteten, kognitiv aktivierenden Diskurs begegnet, der den Schülerinnen und Schülern eine hohe Eigenaktivität erlaubt und gleichzeitig der Lehrperson eine initiiierende, steuernde und begleitende Funktion überträgt.

10.3 Diskussion der unterschiedlichen Ausprägungen der adaptiven Lernunterstützung

Im Rahmen der Videostudie sollten Erkenntnisse darüber gewonnen werden, wie die Lehrpersonen die Hinweise im Förderprogramm zur adaptiven Lernunterstützung umsetzen konnten. Es wurde den Fragen nachgegangen, welche Adaptivitätsausprägungen in der Unterrichtspraxis der Lehrpersonen und IF-Lehrpersonen festgestellt werden können. Des Weiteren wurde untersucht, inwiefern sich die Adaptivität der Lernunterstützung der Lehrpersonen und der IF-Lehrpersonen unterscheidet und inwiefern unterschiedliche Muster bezüglich einzelner Adaptivitätsdimensionen erkennbar sind.

Grundsätzlich ist es den Lehrpersonen gelungen, adaptive Lernunterstützung in ihrem Unterricht umzusetzen, 54% gelang es auf hohem Niveau, 31% gelang es auf einem mittleren Niveau und nur knapp 15% zeigten eine tiefe Adaptivitätsausprägung. Der Mittelwert der Adaptivität über alle Lehrpersonen beträgt 2.87 (bei einer minimal möglichen Ausprägung von 1 und maximal möglichen von 4). Eine Tendenz zu etwas höherer Adaptivität wurde in der Gruppe INT^{BEG}L festgestellt, die durch das Forschungsteam während der Intervention an zwei Begleitveranstaltungen in der Umsetzung der einzelnen Fördereinheiten und der Auseinandersetzung

mit bestimmten Aspekten von adaptiver Lernunterstützung instruiert und begleitet worden waren. Den IF-Lehrpersonen gelang es etwas weniger gut, adaptive Lernunterstützung umzusetzen.

Unterschiedliche Ausprägungen der Dimensionen

Insgesamt zeigt sich in den Dimensionen *Arbeitsmittel* und *Zielgerichtetheit* die höchste Adaptivität (Mittelwert 3.13 bzw. 3.05) und in der Dimension *Diskursanregung* die tiefste Adaptivität (Mittelwert 2.47). Diese Unterschiede zwischen den einzelnen Dimensionen in der Gesamtstichprobe könnten durch die abgegebenen Materialien bzw. die Vorgaben im Förderprogramm bedingt sein. Zu den Dimensionen *Arbeitsmittel* und *Zielgerichtetheit* gibt es in den Lektionsplänen viele konkrete Hinweise: Durch die Fokussierung auf die spezifischen Verstehenselemente (z.B. Bündeln/Entbündeln, Struktur der Arbeitsmittel, Notation von Rechenschritten etc.), die gezielte Auswahl von Aufgaben und Beispielen sowie durch das festgelegte didaktische Arrangement mit ausformulierten Scaffoldingimpulsen erhielten die Lehrpersonen hier viel konkrete Anleitung. Das Programm wurde bezüglich dieser zwei Dimensionen weitgehend umgesetzt. Die Umsetzung dieser beiden Adaptivitätsdimensionen können durch gute Planung des Unterrichts unterstützt werden. Sie entsprechen in diesem Sinne auch dem „designed-in“ Makro-Scaffolding von Hammond und Gibbons (2005) (vgl. S. 58).

Auch zu den Dimensionen *Diskurs* und *kognitive Aktivierung* gab es im Programm konkrete Hinweise (Scaffoldingimpulse, die zum Austausch anregen, kognitiv aktivierende Aufgabenstellungen etc.), die Umsetzung im Unterricht erfordert jedoch höhere individuelle Kompetenzen der Lehrpersonen, da beispielsweise nach einem ersten vorgegebenen Scaffoldingimpuls der Diskurs ohne weitere Hilfestellung weitergeführt und situativ reagiert werden musste. So wurden Scaffoldingimpulse – wie z.B. die Frage „Was fällt euch auf?“ – im Verlauf der Lektionspläne vorgegeben, jedoch muss die Lehrperson je nach Reaktion der Schülerinnen und Schüler selbstständig mit weiteren kognitiv anregenden diskursiven Impulsen adaptiv reagieren. Auch die Dimension *Umgang mit Fehlern* (Mittelwert 2.60) erfordert besondere individuelle Kompetenzen, da zwar aufgrund der zentralen Verstehenselemente gewisse Probleme durchaus antizipiert werden können, aber die effektiven Probleme oder Fehler der Schülerinnen und Schüler sich erst in der Situation manifestieren. So waren diese Scaffoldingimpulse in den Lektionsplänen eher indirekt, z.B. die Frage „Wie kann man herausfinden, ob das richtig ist?“. Die Lehrperson kann auf der Basis der angebotenen Scaffoldingimpulse für den produktiven Umgang mit Fehlern aus den entsprechenden vorgegebenen Unterrichtssequenzen den adaptiven Unterstützungsprozess gestalten, muss diese aber verstärkt selbstständig umsetzen. Die Un-

terschiede in der Ausprägung der Adaptivität in den Dimensionen können also auch durch individuelle (Transfer-)Kompetenzen der Lehrpersonen bedingt sein. Darauf könnten auch die etwas höheren Ausprägungen der nicht begleiteten Gruppe INT^{MAT} bei der Dimension *Diskursanregung* hinweisen: Obwohl es zum Diskurs wie beschrieben weniger (konkrete) Hinweise gab, handelte mehr als die Hälfte der Lehrpersonen in dieser Gruppe adaptiv. Es kann deshalb vermutet werden, dass sie schon vor dem Einsatz des Programms über diese Kompetenzen verfügten. Zur Differenzierung gab es insbesondere ein Angebot an differenzierten Arbeitsblättern und Übungskarteien.

Für die persönliche Adaptivitätsausprägung scheinen auch individuelle Kompetenzen der Lehrpersonen wichtig zu sein, insbesondere können sich auch spezifische Überzeugungen zum (mathematischen) Lernen und Lehren mit Schülerinnen und Schülern mit Lernschwierigkeiten auf die adaptive Lernunterstützung auswirken (vgl. Jordan et al., 2010).

Eine geringe Adaptivität, oberflächliche Diskurse oder unpräzise Sachverhalte können jedoch auch der (künstlichen) Filmsituation geschuldet sein, insbesondere gegen Ende der Lektion: Lehrpersonen können sich durch die Filmsituation darin eingeschränkt fühlen, von ihrem Unterrichtsplan abzuweichen, wenn es die Situation erfordern würde, und sie evtl. daran hindern, ihr situativ-flexibles Interventionsrepertoire (vgl. Leiss, 2010) auszuschöpfen. Grundsätzlich muss hier einschränkend angefügt werden, dass die Frage nach schon vorhandenen bzw. durch das Programm erworbenen adaptiven Kompetenzen der Lehrpersonen nicht endgültig beantwortet werden kann, da die Ausgangslage bezüglich Adaptivität vor der Intervention nicht erhoben wurde. Es fehlt somit eine Vergleichsmöglichkeit.

Adaptivitätsmuster

Die Ausprägungen der Adaptivität wurden dahingehend analysiert, inwiefern unterschiedliche Muster bezüglich einzelner Adaptivitätsdimensionen erkennbar sind. Die Lehrpersonen unterscheiden sich einerseits in ihrer Adaptivitätsausprägung, andererseits zeigen sich auch bestimmte Muster bezüglich der Ausprägung einzelner Adaptivitätsdimensionen. So können allen Lehrpersonen bestimmte Profile zugeordnet werden. Einerseits gibt es jeweils ein homogenes Muster im tiefen, mittleren und hoch adaptiven Bereich (vgl. S. 140). Dieses Profil zeichnet sich durch eine gleichmässige Verteilung der Ausprägungen über alle Dimensionen aus. Diese Lehrpersonen weisen in keinen Dimensionen eine deutliche Abweichung zu den anderen Dimensionen auf. Andererseits kann ein heterogenes Profil (A) (vgl. S. 143) identifiziert werden, das sich in den beiden Adaptivitätsdimensionen *Arbeitsmittel* und *Zielgerichtetheit* durch erhöhte Ausprägungen im Vergleich zu den anderen Dimensionen zeigen. Dieses Profil kommt in allen drei Adaptivitätsstufen am häufigsten vor. Ein weiteres heterogenes Profil (B) (vgl.

S. 145) zeichnet sich aus durch eine höhere Ausprägung in den beiden Dimensionen *Diskursanregung* und *kognitive Aktivierung* im Vergleich zu den anderen Adaptivitätsdimensionen. Dieses Profil zeigt sich nur zweimal und zwar nur in der höchsten Adaptivitätsstufe.

Dies bestätigt die Ergebnisse der unterschiedlichen Ausprägungen der einzelnen Dimensionen im individuellen Unterstützungsverhalten einer Lehrperson: Unterstützt eine Lehrperson bezüglich der Dimension *Arbeitsmittel* adaptiv, zeigt sich auch in der Dimension *Zielgerichtetheit* eher eine höhere Adaptivität, auch wenn sie bezüglich anderer Dimensionen weniger adaptiv unterstützt. Die Profiluordnungen können dazu dienen, in einem allfälligen Adaptivitäts-Coaching Ansatzpunkte oder Schwerpunkte zu setzen. So zeigen sie auf, bezüglich welcher Dimensionen Lehrpersonen adaptiv unterstützen bzw. wo ein Verbesserungspotenzial besteht.

Unterschiedliche Ausprägungen bei Lehrpersonen und IF-Lehrpersonen

Die IF-Lehrpersonen erreichten gegenüber den Lehrpersonen eine tiefere Ausprägung der adaptiven Lernunterstützung. Es zeigten sich aber insgesamt, wenn auch auf tieferem Niveau, ähnliche Ergebnisse: In den Dimensionen *Arbeitsmittel* und *Zielgerichtetheit* wurde häufiger eine höhere Adaptivitätsausprägung erreicht, allerdings kommt – im Gegensatz zum Rating bei den Lehrpersonen – auch hier die tiefste Ausprägung mehrmals vor. Am tiefsten ist die Ausprägung in der Dimension *Diskursanregung*.

Da es sich bei den IF-Lehrpersonen um eine sehr kleine Stichprobe handelt, müssen diese Ergebnisse vorsichtig interpretiert werden. Des Weiteren muss beachtet werden, dass die IF-Lehrperson im besten Fall eine zweijährige Zusatzausbildung in Schulischer Heilpädagogik durchlaufen hat, dies jedoch nicht zwingend als Voraussetzung für die Ausübung dieser Tätigkeit gilt (vgl. Kapitel 2.3), sodass auch Lehrpersonen mit einem Regelklassendiplom in der Funktion der IF-Lehrperson tätig sind (vgl. S. 15). Überdies können in unseren Videolektionen auch Klassenassistenten oder Teamlehrpersonen mitwirken, die nicht die eigentliche IF-Funktion innehaben, sondern neben der IF-Lehrperson die Klassenlehrperson während einiger Lektionen pro Woche im Teamteaching unterstützen¹⁴. Trotz der erwähnten Einschränkung wirft das Ergebnis Fragen auf. IF-Lehrpersonen müssten bezüglich adaptiver Unterstützung eigentlich besonders hohe Fähigkeiten aufweisen (vgl. Heward, 2003; Jones & Brownell, 2014), da sie üblicherweise die rechenschwachen Schülerinnen und Schüler intensiv begleiten, die besonders auf adaptive Unterstützung angewiesen sind (vgl. Kapitel 4). Die Anzahl von nicht speziell ausgebildeten IF-Lehrpersonen nimmt aufgrund der vermehrten integrativen Beschulung von Schülerinnen und Schülern mit besonderem Förderbedarf zu, insbesondere sei z.B. in England

¹⁴ Die Funktion/Position der jeweiligen IF-Lehrpersonen im Video konnte nicht zweifelsfrei geklärt werden.

nicht pädagogisch ausgebildetes Personal (sogenannte *teacher assistants*) in die Förderung dieser Schülerinnen und Schüler eingebunden (Radford et al., 2015, S. 1). Dabei wird ein negativer Zusammenhang zwischen der Unterstützung durch Teacher Assistants und dem Lernerfolg der Schülerinnen und Schüler festgestellt, unabhängig von Persönlichkeitsmerkmalen oder dem Grad des Förderbedarfs der Schülerinnen und Schüler (ebd.). Diese Teacher Assistants stellen im Vergleich zu Lehrpersonen eher einfachere Fragen [*lower quality questions*], welche die Selbstständigkeit der Schülerinnen und Schüler durch Vorgeben von Antworten vermindern und eher inadäquate oder missverständliche Information geben. Dies wird auf die ungenügende oder sogar fehlende Vorbereitung auf die Rolle als Lehrende [*pedagogical role*] zurückgeführt. Radford et al. (ebd.) sehen Scaffolding deshalb als eine „Schlüsseltheorie“ für die Arbeit dieser Teacher Assistants. Diese müssten ein Verständnis für die Wichtigkeit der Sprache und der sozialen Interaktion auf das Lernen erwerben und eine aktivere Rolle im Lehr-Lern-Prozess übernehmen. In der Schweiz kann davon ausgegangen werden, dass die IF-Lehrpersonen grundsätzlich eine pädagogische Ausbildung (Lehrdiplom) haben und sich nur ausnahmsweise Klassenassistenzen ohne pädagogische Ausbildung um Schülerinnen und Schüler mit besonderem Förderbedarf kümmern. Das Postulat des Scaffoldings als „Schlüsseltheorie“ für die Lernunterstützung von Schülerinnen und Schülern mit besonderem Förderbedarf hat jedoch auch für diese IF-Lehrpersonen Gültigkeit. Das Konzept der adaptiven Lernunterstützung stellt in diesem Sinne eine Schlüsseltheorie für die Unterstützung von Schülerinnen und Schülern (mit besonderem Förderbedarf) dar.

Unterschiedliche Instruktion der adaptiven Lernunterstützung

Da das Förderprogramm den Anspruch erhebt, die adaptive Lernunterstützung bei den Lehrpersonen zu fördern, wurde untersucht, inwiefern die Art der Instruktion und Begleitung der Lehrperson während der Intervention durch das Forschungsteam einen Einfluss auf die Adaptivität der Lernunterstützung hatte.

Die Untersuchung der Ausprägung der Adaptivität hat eine leichte Tendenz zugunsten der begleiteten Gruppe INT^{BEG} aufgezeigt. Die Unterschiede sind jedoch relativ klein, und es gibt sogar eine Dimension (*Diskursanregung*), in der die weniger instruierte Gruppe eine höhere Adaptivitätsausprägung aufweist. Dies könnte darauf hinweisen, dass einige Lehrpersonen adaptive Kompetenzen schon vor dem Einsatz des Förderprogramms aufwiesen bzw. die Instruktion durch das Förderprogramm ausreicht, diese Kompetenz zu erwerben. Da keine Vergleichswerte von Adaptivitätsstufen von Klassen ohne Intervention vorliegen, kann die deutlich höhere Anzahl von Klassen mit hoher bzw. mittlerer Adaptivität nicht auf die Intervention zu-

rückgeführt werden. Die Lehrpersonen können auch schon vor der Intervention adaptiv unterstützt haben. Um die Bedeutung des Förderprogramms für die adaptive Lernunterstützung abschliessend beurteilen zu können, müssten Informationen darüber vorliegen, ob die Lehrpersonen adaptive Lernunterstützung bezüglich dieser Dimensionen auch ohne Lektionspläne umsetzen. Die Frage, ob die vertiefte Instruktion und Begleitung durch Begleittreffen tatsächlich Wirkung gezeigt haben und ob durch den Einsatz des Förderprogramms eine Veränderung stattgefunden hat, könnte nur im Rahmen einer Längsschnittstudie beantwortet werden, in der das Unterstützungsverhalten mehrmals erfasst wird. Insbesondere kann keine Aussage über die individuelle Auseinandersetzung mit der Thematik der adaptiven Lernunterstützung und der eigenen Praxis gemacht werden.

Es ist davon auszugehen, dass das Führen eines kognitiv aktivierenden, zielgerichteten Diskurses im Sinne der adaptiven Lernunterstützung sehr anspruchsvoll ist und nicht nur mit schriftlichen Unterlagen in Form von Lektionsplänen vermittelt werden kann. Die hier analysierte adaptive Lernunterstützung ist keine Kompetenz, die einfach aus einem „Programm“ übernommen werden kann. Deren Aufbau bedarf eines intensiven Trainings. Ob zwei Begleitveranstaltungen mit dem Fokus auf adaptive Lernunterstützung im Allgemeinen und die Umsetzung der Fördereinheiten im Speziellen einem Training im Sinne eines längerfristigen individuellen Coachings genügen, wie das verschiedentlich in der Professionalisierungsdebatte gefordert wird (vgl. etwa Beck et al., 2008; Campbell & Malkus, 2014), darf bezweifelt werden. Es ist davon auszugehen, dass die Kombination von einem individuellen Coaching, das, unter Einbezug des Wissens und der Überzeugungen der Lehrpersonen zu Lehr- und Lernprozessen, die konkret umgesetzte Qualität bzw. Verbesserung der adaptiven Lernunterstützung reflektiert, und einem Förderprogramm, das Hinweise zur adaptiven Lernunterstützung in konkret ausformulierten Scaffoldingimpulsen an die Schülerinnen und Schüler integriert, einen Effekt auf die adaptive Lernunterstützung hat. Die Qualität des Coachings wird dabei zentral sein, so gehen van de Pol und Elbers (2013) davon aus, dass ihr elaboriertes, spezifisches Training für Adaptivität für den höheren Erfolg ihrer trainierten Lehrpersonen ausschlaggebend war (vgl. S. 75). Wenn davon auszugehen ist, dass adaptive Lernunterstützung bei den Schülerinnen und Schülern für ein vertieftes Verständnis sorgt, dann muss auch die Unterstützung für die Lehrpersonen adaptiv sein, und zwar bezüglich des Lerninhaltes „adaptive Lernunterstützung“ wie auch bezüglich ihres Vorwissens und ihrer Zone der nächsten Entwicklung! Das Konzept ALU könnte hierfür angepasst und eingesetzt werden.

Drei unterschiedlich adaptiv unterstützende Lehrpersonen

Mit der Darstellung der drei Fallanalysen (zwei Lehrpersonen, eine IF-Lehrperson) wurden beispielhaft zwei Typen von adaptiver Lernunterstützung bezüglich der fünf Dimensionen der Adaptivitätsskala beschrieben: geringe und sehr hohe Adaptivität in allen Dimensionen im Klassenunterricht sowie sehr hohe Adaptivität in allen Dimensionen in der Lernbegleitung einer Schülerinnengruppe mit besonderem Förderbedarf.

Die Lehrperson in der hohen Adaptivitätsstufe, erreichte überall die höchste Ausprägung. Sie gestaltete ihren Unterricht sehr kohärent, die einzelnen Sequenzen waren aufeinander abgestimmt. Sie verwendete eine klare Sprache und setzte Gesten und Betonungen ein, welche die Klarheit und Zielgerichtetheit auf zentrale Konzepte und Verstehenselemente verstärkten. Die Schülerinnen und Schüler wurden zum Nachdenken aufgefordert und in einen mathematischen Diskurs eingebunden. Diese Lehrerin erhielt den Diskurs aufrecht, indem sie öffnendes Feedback gab, Schüleräußerungen aufnahm und so für weitere Fragestellungen weiterverwendete (vgl. S. 84). Ihr Unterricht entsprach einem adaptiven Lernangebot. Ebenso schaffte es die IF-Lehrperson, ihre Fünfergruppe in einem kognitiv aktivierenden Diskurs über zentrale Konzepte zu engagieren, Arbeitsmittel produktiv für ein vernetztes Verständnis einzusetzen. In beiden Unterrichtssituationen wurden Fehlersituationen genutzt, um eigenaktiv Wissenskonzepte zu modifizieren. Der Unterricht erfüllte in beiden Fällen den Anspruch an effektiven Unterricht mit Schülerinnen und Schülern mit besonderem Förderbedarf, wie ihn Jones und Brownell (2014) propagieren: explizit, intensiv, kohärent, aktivierend, responsiv und fokussierend (vgl. S. 33).

Die Lehrperson in der tiefen Adaptivitätsstufe, erreichte trotz detaillierter Hinweise im Förderprogramm nur gerade in der Dimension *Arbeitsmittel* die zweitniedrigste Ausprägung. Ihre didaktischen Schritte waren wenig kohärent, sondern eher voneinander isoliert, ihre Sprache wies wenig Klarheit auf. Es fand kaum ein vertiefter Diskurs statt, Fehler wurden nur korrigiert, ohne dass dadurch Misskonzepte modifiziert werden konnten. Solche Korrekturen ermutigten Schülerinnen und Schüler kaum zu vertieftem Nachdenken (Radford et al., 2015). Der Unterricht dieser Lehrperson entsprach einem sogenannten „Arbeitsinterim“ (Voigt, 1986, S. 283), d.h. einer impliziten Ordnung des Unterrichtsgesprächs, mit deren Hilfe Lehrpersonen und Schülerinnen und Schüler „die Komplexität des Unterrichtsgeschehens reduzieren und einen scheinbar reibungslosen Unterrichtsverlauf hervorbringen“ (ebd., S. 282). Gerade das Schulfach Mathematik begünstigt laut Voigt das Risiko für solche Routinen, da vorab bestimmte Ergebnisse erzielt werden müssten, die Schülerinnen und Schüler unter Handlungsdruck stünden und die

Informationsbeschaffung und -verarbeitung einen hohen Aufwand für reflektierte Entscheidungen erforderten (ebd., S. 286f.). Wenn Lehrpersonen (und Schülerinnen und Schüler) davon ausgehen, im Mathematikunterricht gehe es vorrangig um das Nennen richtiger Ergebnisse oder die Durchführung von Rechenprozeduren, werden gemäss Voigt Möglichkeiten für vertiefte Lernprozesse, die eine längere Auseinandersetzung verlangen, übergangen bzw. gar nicht erst initiiert. Voigt plädiert dafür, argumentative Konflikte nicht zugunsten eines reibungslosen, routinierten Unterrichts zu vermeiden, sondern Irritationen zugunsten eines langwierigen Verständigungsprozesses zuzulassen (ebd., S. 289). Nicht nur die Konstitution des Wissens, sondern auch die Entwicklung dieses Wissens solle zum Gegenstand des Unterrichts werden. Im diesem Unterricht, der von solchen Routinen geprägt war, besteht ein Steigerungspotenzial in der adaptiven Lernunterstützung.

11 Grenzen der Studie

11.1 Globale Beobachtungsperspektive versus Episoden

In vielen Untersuchungen zu Scaffolding bzw. Adaptivität werden einzelne Episoden (z.B. unterstützende Interventionen, Drei-Turn-Sequenzen, vgl. S. 76) analysiert. In der vorliegenden Videostudie wurde eine globale Beobachterperspektive eingenommen, da das Konzept ALU impliziert, dass adaptive Lernunterstützung sich nicht (nur) in einzelnen Episoden zeigt, sondern im ganzen Unterrichtsarrangement. Es wird postuliert, dass die Lernunterstützung ein permanenter Vorgang ist, der Initiierung, Steuerung und Begleitung von Lernprozessen beinhaltet, sowohl im Klassenunterricht wie in individuellen Schülerarbeitsphasen. Die ganze Lektion wurde als ein permanenter Diskurs verstanden, in dem und durch den Wissen ko-konstruiert wird. Es muss bedacht werden, dass Interventionen bzw. Aussagen von Lehrpersonen nur im Kontext verstanden und analysiert werden können. Techniken, Talk Moves etc. sind nicht per se gut oder schlecht, die adaptive Qualität eines Diskurses über einen Sachinhalt kann nur im Kontext einer kontinuierlichen kommunikativen Beziehung verstanden werden. Ein Unterrichtsausschnitt ist Teil einer kontinuierlichen Konversation (Mercer, 1995, S. 70). Die gefilmten Ausschnitte stellen nur Schnappschüsse dar (ebd., S. 50). So wurden keine „Lernunterstützungs-Episoden“ isoliert, sondern die ganze Lektion als eine Episode der (adaptiven) Lernunterstützung analysiert (mit der Einschränkung, dass auch diese Lektion wiederum nur ein Teil einer noch länger andauernden Lernunterstützung darstellt). Individuelle Lernverläufe einzelner Schülerinnen und Schüler, die allenfalls beobachtbar gewesen wären und mit der adaptiven Lernunterstützung der Lehrperson in Zusammenhang gebracht werden könnten, wurden nicht untersucht. Deshalb wurden keine einzelnen Aussagen oder Handlungen analysiert, sondern die Qualität der definierten Adaptivitätsdimensionen über die ganze Lektion beurteilt (vgl. Kapitel 8.5.4). Durch das Einnehmen einer globalen Beobachtungsperspektive wurde ein gewisser Mangel an Detailliertheit der Analyse in Kauf genommen, dafür konnte eine umfassendere Sicht auf die Adaptivität der Lernunterstützung erreicht werden.

11.2 Vergleichbarkeit

Bei der Frage, inwiefern sich die adaptive Lernunterstützung der Lehrpersonen während der Intervention und durch die Intervention verändert hat, stellt sich das Problem der fehlenden Vergleichbarkeit. Einerseits wurden keine Kontrollgruppen gefilmt, die anstelle des Förderpro-

gramms ihren gewöhnlichen Mathematikunterricht durchführten. Deshalb besteht keine Vergleichsgruppe. Andererseits kann die Frage nach schon vorhandenen bzw. durch das Programm erworbenen adaptiven Kompetenzen der Lehrpersonen nicht endgültig beantwortet werden, weil die jeweilige individuelle Ausgangslage bezüglich Adaptivität vor der Intervention nicht erhoben wurde, sodass auch keine individuellen Vergleichsmöglichkeiten bestehen.

Eine weitere Einschränkung bezieht sich auf die sehr unterschiedlichen Klassenzusammensetzungen und die örtlichen Praxen der Zusammenarbeit zwischen Lehrperson und IF-Lehrperson (vgl. S. 106), sodass auch diesbezüglich Vergleiche zwischen den Klassen nur bedingt möglich sind.

11.3 Adaptive Lernunterstützung und Leistungsentwicklung der Schülerinnen und Schüler

Da Adaptivität als ein zentraler Bedingungsfaktor für schulische Leistungen bzw. als Merkmal für effektive Förderung von Schülerinnen und Schülern – insbesondere mit besonderem Förderbedarf – gilt (vgl. Kapitel 4), stellt sich die Frage, inwiefern zwischen der Qualität der erhobenen adaptiven Lernunterstützung und der Leistungsentwicklung¹⁵ der Schülerinnen und Schüler ein Zusammenhang besteht. Die Steigerung der adaptiven Lehrkompetenz führte bei Beck et al. (2008; vgl. auch Kapitel 4.6) zu einer signifikanten Leistungssteigerung bei den Schülerinnen und Schülern. Van de Pol et. al. (2010) stellten in einer Metastudie zu Scaffolding eine gewisse Effektivität v.a. im (meta-)kognitiven Bereich fest.

Im Rahmen dieser Studie können keine Aussagen über die Leistungsentwicklung der Klassen und einzelner (rechenschwacher) Schülerinnen und Schüler gemacht werden. Eine Hypothese könnte lauten: Je höher die Ausprägung der adaptiven Lernunterstützung der Lehrpersonen, desto grösser ist der Lernerfolg der Schülerinnen und Schüler. Dafür müssten Leistungsdaten der Schülerinnen und Schüler vor und nach der Intervention sowie weitere Merkmale, welche die Schulleistungen potenziell beeinflussen (wie z.B. sozialökonomischer Statuts, Erstsprache, IQ, spezifischer Förderbedarf, Selbstkonzept etc.), einbezogen werden. Weitere schulische Faktoren, wie die Zusammenarbeit mit der IF-Lehrperson oder die Ausbildung und Erfahrung der Lehrperson und IF-Lehrperson, müssten in Betracht gezogen werden. Diese Variablen könnten mit der Qualität der adaptiven Lernunterstützung in Bezug gesetzt werden. Interessant wären

¹⁵ Der Fokus der Leistungsentwicklung der Schülerinnen und Schüler im PRiMa-Förderprogramm wird im Rahmen einer Dissertation von Meret Stöckli bearbeitet.

insbesondere auch individuelle Leistungsverläufe von Schülerinnen und Schülern mit besonderem Förderbedarf. Die verwendeten Leistungstests müssten auch im sehr tiefen Bereich Kompetenzen erfassen können, damit Leistungssteigerungen von sehr rechenschwachen Schülerinnen und Schülern gemessen werden können. Es müssten auch Überlegungen zu alternativen Testformaten angestellt werden, die z.B. Veränderungen im Selbstkonzept bezüglich Mathematik messen, wie gut Schülerinnen und Schüler mit Scaffolding Aufgaben lösen können oder wie ihre fachspezifische „Sprache“ ausgebildet ist. Informelle Aussagen von PRiMa-Lehrpersonen deuten in diese Richtung, wenn sie von Veränderungen bei rechenschwachen Schülerinnen und Schülern bezüglich mathematischer Anforderungen, höherer Leistungsbereitschaft oder im selbstständigen, produktiven Umgang mit Arbeitsmitteln berichten.

Weitere Forschungsschwerpunkte betreffen die spezifische Untersuchung von *Lernprozessen* unter adaptiven und nicht adaptiven Voraussetzungen von Schülerinnen und Schülern mit besonderem Förderbedarf. Die adaptive Lernunterstützung von Schülerinnen und Schülern mit besonderem Förderbedarf wurde in der vorliegenden Arbeit exemplarisch in einer Fallstudie dargestellt.

Es muss jedoch auch grundsätzlich beachtet werden, dass es nicht sinnvoll ist, Zusammenhänge zwischen einzelnen Lektionen und der langfristigen Leistungsentwicklung der Schülerinnen und Schüler herzustellen (Klieme, Pauli & Reusser, 2009).

11.4 Videografierung einer Mathematiklektion

Auch wenn für die Erfassung bestimmter qualitativer Merkmale grundsätzlich die Analyse einer Lektion ausreicht (vgl. etwa Praetorius, 2014), so wären für die adäquate Erfassung des adaptiven Unterstützungsverhaltens mehrere Lektionen erstrebenswert. Ein längerer Beurteilungszeitraum, bei dem Urteile über mehrere Lektionen berücksichtigt werden, bildet die Variabilität zwischen den Lektionen besser ab, bedeutet aber gleichzeitig auch eine besondere Schwierigkeit für ein kumulatives Urteil (Praetorius, 2014, S. 32).

Ist es in einer Untersuchung nicht möglich, mehrere Unterrichtsstunden pro Lehrkraft zu erfassen, scheint es unabdingbar, die entsprechende Untersuchung entweder auf diejenigen Variablen zu reduzieren, die mittels einer Unterrichtsstunde stabil erfasst werden können, oder aber Generalisierungen über die beobachteten Prozesse und Ergebnisse der einzelnen beobachteten Unterrichtsstunde hinaus zu vermeiden [...] (Praetorius, 2014, S. 269).

Weitere Fragen stellen sich bezüglich der Anzahl videografiert Mathematiklektionen, um alle Dimensionen reliabel zu erfassen. Die Dimension *kognitive Aktivierung* z.B. zeigt sich als wenig stabiles Merkmal in Ratings (Praetorius, 2014, S. 266). Gewisse Dimensionen sind je nach

Art der Lektion (z.B. unterschiedliche Themen, Einführung eines neuen Inhalts vs. ausführliche Übungs- und Anwendungsphase) erstens einfacher auszuführen und zweitens einfacher zu messen (vgl. ebd.). Es konnten in dieser Videostudie aber gerade auch in Lektionen mit hohem „Übeanteil“ hohe Ausprägungen von kognitiver Aktivierung oder auch Diskurs beobachtet werden.

Die Videostudie ist eine explorative Untersuchung, durch die versucht wurde, ein komplexes Qualitätsmerkmal in einem theoretischen Konzept und innerhalb einer Videolektion empirisch zu erfassen. Die Einschätzungen der adaptiven Lernunterstützung stellen deshalb kein abschliessendes Urteil über die Qualität der adaptiven Lernunterstützung dar, sondern sind als Momentaufnahme zu. Dies gilt insbesondere auch für die dargestellten Fallstudien, die vertiefte Einblicke in den Unterricht einer Klasse liefern. Ein Unterrichtsausschnitt ist immer auch Teil einer kontinuierlichen Konversation, die so lange dauert, wie die „Beziehung“ der Interagierenden andauert (Mercer, 1995). Die Gestaltung dieser Konversation hängt immer auch von der gemeinsamen (Lern-)Geschichte ab, welche die einzelnen Schülerinnen und Schüler, die Lehrpersonen und die Klasse verbindet (vgl. auch S. 109; sowie zum Thema fehlender Klassenkontext Helmke, 2009). In diese lange Konversation haben Forschende kaum einen Einblick. So können allenfalls Lehreraktionen, die im Moment der Videolektion wenig adaptiv bezüglich des Lerninhalts und des Schülerverstehens erscheinen, bezüglich eines anderen Aspekts durchaus angemessen sein. Vielleicht besteht eine Abmachung zwischen einer Schülerin oder einem Schüler und der Lehrperson, dass sie oder er zuerst einmal alleine probiert, bevor Unterstützung eingefordert wird. Eine Unterlassung der Unterstützung kann dann für aussenstehende Beobachtende unangemessen erscheinen als nicht kontingente Kontrollabnahme (vgl. S. 75).

Auch können Reaktivitätseffekte durch die Kameras die Qualität der adaptiven Lernunterstützung beeinträchtigen, wenn die Kameras in dieser einen Lektion als störend empfunden werden. Mit der Kurzbefragung der Lehrpersonen nach der Videolektion (vgl. S. 113) wurde dieses Problem ein Stück weit aufgefangen, indem allfällige Reaktivitätseffekte bei den Lehrpersonen und eine Einordnung der gesamten Videolektion erfragt wurden. Einige Lehrpersonen gaben an, diese Situation als sehr unangenehm empfunden zu haben, auch wurde gewisses Verhalten von Schülerinnen oder Schülern auf die Filmsituation zurückgeführt. Die meisten Lehrpersonen haben sich jedoch „normal“ gefühlt, und die Lektion entspricht ihrem „normalen“ Unterricht. Die Videolektion kann somit in den meisten Fällen als authentisch angesehen werden. Die Lehrpersonen konnten sich, wenn sie wollten, auch zum Klassenkontext äussern. Jedoch wurden keine konkreten Episoden der Videolektion durch die Kurzbefragung der Kamerateams thematisiert.

Es wird deshalb hier darauf hingewiesen, dass die Interpretationen des Beobachteten durch die Autorin zwangsläufig eine Reduktion auf den beobachteten Ausschnitt dieser einen Videolektion darstellen (und die isolierte Stellung der illustrierenden Transkripte bedeutet wiederum für die Lesenden eine weitere Reduktion der „Realität“).

11.5 Qualität des Ratings

Grenzen der Untersuchung stellen sich auch hinsichtlich des gewählten Ratings. Es ist anzunehmen, dass andere Modelle und Konzepte von adaptiver Lernunterstützung und darauf aufbauende Ratinginstrumente zu unterschiedlichen Ergebnissen geführt hätten. Es müsste untersucht werden, welches Konzept oder Modell sich am besten eignet, um die Adaptivität der Lernunterstützung zu untersuchen. Wie umfassend oder wie spezifisch soll Adaptivität bzw. sollen die Adaptivitätsdimensionen konzeptionell gefasst werden?

Die Adaptivitätsdimensionen des Konzepts ALU bilden die Grundlage für das Analyseinstrument, um die Adaptivität der Lernunterstützung zu erheben. Es konnte ein reliables und valides Ratinginstrumente zur Analyse der adaptiven Lernunterstützung eingesetzt werden. Mit den Adaptivitätsdimensionen *kognitive Aktivierung*, *Diskursanregung*, *Zielgerichtetheit*, *produktiver Einsatz von Arbeitsmitteln* und *produktiver Umgang mit Fehlern* konnte eine Adaptivitätskala gebildet werden. Die Adaptivitätsdimension *Differenzierung* bildete eine eigene Skala. Sie beschreibt das Ausmass an situations- und lernzielgebundenen Lernangeboten oder -formen. In der Konstruktion des Ratingsystems wurde diese Dimension im Gegensatz zu den anderen Dimensionen als Oberflächenmerkmal erfasst. Es wurde durch Auftretenshäufigkeiten operationalisiert, die Rating-Stufen entsprachen jeweils einer bestimmten Anzahl eines aufgetretenen Ereignisses. Diese Dimension „passt“ in messtechnischem Sinne nicht zu den anderen Dimensionen, bei denen keine Ereignisse „gezählt“, sondern die Qualität von Ereignissen bzw. ganzer „Situationen“ erfasst werden musste. Diese Dimension hatte denn auch als einzige ungenügende Reliabilitätswerte. Die im Ratingsystem als eigenständig definierte Dimension *Lernbegleitung für Fortgeschrittene* ist ähnlich konstruiert, stellt jedoch eine Unterkategorie der Differenzierung dar, indem sie die sogenannte „Differenzierung nach oben“ genauer erfasst. Differenzierung ist eine zentrale Massnahme im integrativen Unterricht, um individuellen Voraussetzungen gerecht zu werden (Stöckli, Moser Opitz, Pfister & Reusser, 2014; Bönsch, 2009). Es stellt sich die Frage, inwiefern Differenzierung eine Adaptivitätsdimension im Sinne der adaptiven Lernunterstützung oder ein eigenständiges, übergeordnetes Qualitätsmerkmal von integrativem Unterricht darstellt.

Um die Qualität von Ratings sicherzustellen, stellt sich die Frage, über welche Kompetenzen Raterinnen und Rater verfügen müssen (Praetorius, 2014). Wie muss ein optimales Ratertraining konzipiert werden, um ein hoch komplexes Merkmal wie adaptive Lernunterstützung zu erfassen und Raterfehler so zu minimieren, dass die Aussagekraft erhöht werden kann? Des Weiteren wird die Reliabilitätsprüfung mittels der klassischen Testtheorie als problematisch angesehen (ebd.), es müssten potenzielle Varianzquellen miteinbezogen werden, z.B. mittels Generalisierbarkeitskoeffizient (vgl. S. 127). Optimal wäre, dass eine grössere Gruppe von Raterinnen und Ratern alle Unterrichtsvideos ratet, sodass die Reliabilität bzw. die Generalisierbarkeit genauer bestimmt werden könnte.

11.6 Untersuchung von komplexen Unterrichtssituationen

Angesichts der Zunahme von integrativen Schulungsformen (vgl. Kapitel 2) kommt der Erforschung von integrativem Unterricht eine besondere Bedeutung zu. Im integrativen Unterricht unterrichten oft zwei Lehrpersonen gemeinsam. Dies führt zu komplexeren Unterrichtssituationen, welche die Forschung vor besondere methodische Herausforderungen stellen.

Standardisierung der Unterrichtssituation

Die Beobachtung und Erfassung von Unterrichtsqualität in einem Setting mit zwei Lehrpersonen stellt eine grosse forschungsmethodische Herausforderung dar (Pfister et al., 2015b). Diese sogenannte *nested instruction* (Jones & Brownell, 2014, S. 113) erfordert eine grosse Flexibilität bei der Videografierung des interaktionsrelevanten Kontexts (vgl. S. 112) aufgrund von mehreren „Zonen der Interaktion“ oder Ortswechseln.

Die Lektionspläne des PRiMa-Programms stellen die Basis für eine gewisse Standardisierung des Unterrichts (für die Videolektion) dar: Die Inhalte inkl. Vorschläge für das Zahlen- und Arbeitsmaterial sowie das Vorgehen waren vorgegeben. Die Vorgabe für die Videolektion war ein selbstgewählter Lektionsplan bzw. einzelne Sequenzen daraus und die Durchführung von mindestens einer Sequenz in der ganzen Klasse und mindestens einer Sequenz mit individueller Arbeitsphase in Einzel-, Partner- oder Gruppenarbeit. Trotz dieser Standardisierung entstanden ganz unterschiedliche Lektionen. Das bedeutet, dass die Lektionspläne zwar die Rahmenbedingungen für adaptive Lernunterstützung im Unterricht lieferten und dies in einer bzw. drei Einführungs- und Begleitveranstaltungen auch vermittelt wurde, die Umsetzung jedoch auch von individuellen und situativen Bedingungen abhängt.

ALU bei Teamteaching und IF-Lehrpersonen

Adaptive Lernunterstützung wird als Interaktionsprozess zwischen Angebot und Angebotsnutzung im Unterricht (vgl. Pauli & Reusser, 2006) verstanden. Durch die adaptive Lernunterstützung soll das Angebot so angepasst werden, dass die Schülerinnen und Schüler dieses Angebot optimaler nutzen können. In diesem Sinne sind z.B. Teamteaching, Kleingruppenförderung oder individuelle Unterstützung Angebote, welche die Schülerinnen und Schüler erhalten. Dies wirft Fragen auf zur Durchführung der Ratings bei den IF-Lehrpersonen. Weil die IF-Lehrpersonen in sehr unterschiedlicher Weise am Unterricht mitwirkten (z.B. nur einzelne Schüler während der individuellen Arbeitsphase begleiteten), konnten nicht alle Dimensionen bei allen IF-Lehrpersonen geratet werden. Die IF-Lehrpersonen wurden nur einzeln geratet, wenn sie unabhängig von der Lehrperson unterrichteten. Da das Rating grundsätzlich nicht die Lehrperson, sondern das Unterrichtsangebot beurteilt (vgl. zum Angebots-Nutzungs-Modell S. 40), also das, was die Schüler an Unterstützung erhalten, wurden gemeinsame Teamteachingsituationen als gesamtes Angebot geratet, denn für die Schülerinnen und Schüler kommt es prinzipiell nicht darauf an, *von wem* sie die Unterstützung erhalten, sondern *in welcher Qualität* das geschieht. Man kann in einer solchen Situation nicht mehr von einem Rating der Lehrperson sprechen. Deshalb ist es wichtig, diese Ratings als Einschätzung der Qualität des Unterrichtsangebots und nicht der Lehrperson zu verstehen.

Eine weitere Einschränkung bezieht sich auf die Funktion der zweiten Lehrperson in der Lektion. Teils waren bestimmte Unterrichtssettings von der Videografie abhängig, ohne die anwesenden Kameras hätten einzelne IF-Lehrpersonen z.B. den Raum gewechselt. So können tiefe Ratings bei den IF-Lehrpersonen auch davon abhängig sein, dass sie aufgrund der Forschungssituation nicht die gleichen Handlungsmöglichkeiten hatten und deshalb spezifische Merkmale bzw. Verhaltensweisen der adaptiven Lernunterstützung nicht zeigen konnten. Je nach Unterrichtssetting konnten deshalb auch nicht alle Dimensionen in gleicher Art und Weise beurteilt werden. Das Rating der IF-Lehrpersonen erfasst somit nur die Adaptivität in bestimmten Unterrichtsphasen. So konnten bei IF-Lehrpersonen, die sich ausschliesslich in der individuellen Arbeitsphase „zirkulierend“ mit einzelnen Schülerinnen und Schülern beschäftigten, nicht alle Dimensionen geratet werden, sodass dort tiefe (aber auch hohe) Ratings stärker ins Gewicht fallen.

Es stellt sich die Frage, ob für diese Settings bzw. die IF-Lehrpersonen ein angepasstes Ratingssystem angewendet werden müsste, das deren adaptive Lernunterstützung adäquater erfassen kann. Des Weiteren muss – gerade im Hinblick auf die Erwartung einer besonders adaptiven Lernunterstützung bei IF-Lehrpersonen, die sich um Schülerinnen und Schüler mit besonderem

Förderbedarf kümmern (vgl. Heward, 2003; Jones & Brownell, 2014) – angemerkt werden, dass der Ausbildungsstatus der IF-Lehrpersonen nicht zweifelsfrei festgestellt werden konnte.

11.7 Kontrolle der Intervention

Unterrichtsforschung, die Unterrichtsinterventionen einbezieht, erfordert von Lehrpersonen eine hohe Einsatzbereitschaft und besondere Verbindlichkeit (Stylianides & Stylianides, 2013). Über das individuelle Engagement der (IF-)Lehrpersonen für die Implementierung des Förderprogramms liegen nur eingeschränkt Angaben vor: Trotz Videoaufnahmen, Lehrerprotokollen zur Durchführung einzelner Fördereinheiten und Telefoninterviews zur Zusammenarbeit mit der IF-Lehrperson ist nur wenig bekannt, was im Unterricht über die sechs Monate tatsächlich gemacht wurde (Pfister et al., 2015b). Es bestehen zudem insbesondere keine Informationen über die Intensität der Auseinandersetzung der in der Videolektion anwesenden IF-Lehrpersonen mit dem PRiMa-Konzept, z.B. darüber, ob diese an der Einführung bzw. Begleitveranstaltungen teilgenommen haben. Auch bleibt offen, wie intensiv sie während der Intervention an den PRiMa-Lektionen beteiligt waren.

Die Kontrolle der Umsetzung der Intervention ist nur beschränkt gelungen. Es wäre wünschenswert, die (IF-)Lehrpersonen intensiver zu begleiten, insbesondere mehrere Videoaufnahmen vor, während und nach der Intervention für die adäquatere Erfassung der Implementierung und der Entwicklung der adaptiven Lernunterstützung zu machen.

12 Konsequenzen

12.1 Förderung der adaptiven Lehrkompetenz

Es wurde die Notwendigkeit aufgezeigt, mit adaptiver Lernunterstützung den Herausforderungen im Unterricht mit heterogenen Lerngruppen zu begegnen. Das Konzept der adaptiven Lernunterstützung ALU stellt eine Möglichkeit dar, Unterricht bzw. unterstützende Lehrerinterventionen auf die adaptive Qualität hin zu untersuchen. Damit verbunden ist ein Plädoyer für einen verstehensorientierten, diskursiven Unterricht für alle Schülerinnen und Schüler. Tharp und Gallimore (1988) forderten schon in den 1980er-Jahren auf allen Schulebenen die Etablierung einer unterstützenden „Assisting-Umgebung“ für *alle* Beteiligten – Schülerinnen und Schüler, Lehrpersonen und Schulleitung – und wollen den Begriff des Lehrens neu verstanden haben: „Teaching must be redefined as assisted performance. Teaching consists in assisting performance. Teaching is occurring when performance is achieved with assistance“ (ebd. S. 21).

Adaptive Lernunterstützung erfordert Kompetenzen auf unterschiedlichen Ebenen. Lehrpersonen brauchen elaborierte Unterstützungskompetenzen [*skills of assistance*] und müssen entsprechende „Techniken“ bewusster anwenden (Tharp & Gallimore, 1988, S. 43). Die Ergebnisse der Videostudie zeigen auf, dass ein kognitiv aktivierender, unterstützender Diskurs mit Schülerinnen und Schülern mit und ohne besonderen Förderbedarf möglich und zielführend ist und dass 85% der Lehrpersonen, die ein Förderprogramm in ihrem Unterricht implementieren, das Hinweise zur adaptiven Lernunterstützung bereithält, Schülerinnen und Schüler adaptiv unterstützen. Die unterschiedliche Ausprägung einzelner Adaptivitätsdimensionen bzw. die doch grossen Unterschiede zwischen den Lehrpersonen zeigen aber auch, dass die adaptive Lernunterstützung eine der grossen Herausforderungen für Lehrpersonen darstellt. Lehrpersonen passen grundsätzlich ihr Verhalten an die individuellen Unterschiede der Schüler an, aber die zugrunde liegende Logik und Absicht, die diese Anpassungen steuern, ist laut Corno und Snow (1986) weniger klar. Die Frage, wie komplexe Kompetenzen erworben werden können, betrifft auch die Lehrpersonen selbst. Die mit dem Förderprogramm abgegebenen Lektionspläne und die Materialien sowie die Einführungs- bzw. zwei zusätzlichen Begleitveranstaltungen reichen wohl nicht aus, um die Kompetenzen für die adaptive Lernunterstützung zu erwerben bzw. zu verändern. Im Bereich der Aus- und -weiterbildung von Lehrpersonen ist die Frage der Wissens- und Kompetenzvermittlung ein zentrales Thema. Um die Inhalte eines Schulfachs unterrichten zu können, reicht das explizite Fachwissen des unterrichteten Fachs allein nicht aus (Beck et al., 2008). Es ist darüber hinaus Praxiswissen notwendig, das Messner und Reusser (2000, S. 281) nach drei Wissensformen unterscheiden: Wissen über die Praxis, Wissen in der

Praxis und Wissen für die Praxis. Wissen über die Praxis versteht berufliches Handeln als Anwendung von Wissen (Messner & Reusser, S. 281f.). Richtiges Handeln ist jedoch nicht einfach eine Funktion von angewandtem, richtigem Wissen. Theoretisch vermitteltes und verstandenes Wissen wird nicht automatisch handlungswirksam (ebd., S. 282). Wissen in der Praxis (Wissen durch Handeln) basiert auf dem Konzept der „subjektiven Theorien“. Das Wissen ist in Form von relativ stabilen impliziten kognitiven Strukturen bzw. mentalen Repräsentationen gespeichert, welche die Praxis leiten. Professionelles Wissen manifestiert sich im Handeln und in der Praxis und spiegelt sich in Entscheidungen und Begründungen unterrichtlichen Handelns (ebd., S. 282f.). Dieses Wissen ist durch Reflexion teilweise zugänglich und veränderbar durch Explizitmachen, Bewusstmachen insbesondere im ko-konstruktiven Austausch. Durch Erfahrung werden Handlungszusammenhänge „erlernt“, in denen neues Wissen besser zur Problembewältigung geeignet ist als das alte. Solche Handlungszusammenhänge bieten die Möglichkeit zur Umsetzung des neuen Wissens in die Praxis. Wissen für die Praxis versteht sich als Verbindung aus Wissen über die Praxis und Wissen in der Praxis (ebd., S. 283): Professionelles Lehrer(handlungs)wissen erfordert einerseits die Erarbeitung der fundamentalen, erziehungswissenschaftlichen Theorien, Modelle und Begriffe, andererseits muss durch Verbindung von Praxis und Theorie das Reflektieren erlernt werden.

Um Hinweise zur adaptiven Lernunterstützung im Unterricht wirksam umzusetzen bzw. die adaptive Qualität des eigenen Unterrichts zu fördern, ist demzufolge neben den abgegebenen PRiMa-Materialien eine Auseinandersetzung mit der eigenen Praxis und den eigenen subjektiven Theorien bezüglich des adaptiven, diskursiven Unterrichtens vonnöten. Dafür werden längerfristige Coachings empfohlen (vgl. etwa Williams & Baxter, 1996; Beck et al., 2008). Dieser Kompetenzerwerb müsste analog der adaptiven Lernunterstützung bei Schülerinnen und Schülern unterstützt werden. Tharp und Gallimore (1988, S. 43) fordern für das Training der Unterstützungskompetenzen selbst eine Form von *assisted performance*. In einer Untersuchung, bei der Lehrpersonen zwei Jahre lang mit einem adaptiven Programm gearbeitet hatten, konnten bei den Lehrpersonen Veränderungen in ihren Überzeugungen und in ihrem Unterricht festgestellt werden (Williams & Baxter, 1996). Ein mehrjähriges Trainingsprogramm mit Videoselbstbeobachtung und Fremdbeobachtung zum Dialogic Teaching schien deutliche Effekte auf die Qualität des Diskurses zu haben, und zwar sowohl bei den Lehrpersonen als auch bei den Schülerinnen und Schülern (Alexander, 2008). Beck et al. (2008) konnten mit einer Intervention, die aus einem mehrteiligen Kurs zu adaptivem Unterrichten und einem Content-Focused Coaching (CFC) nach West & Staub (2008) über neun individuelle Termine während sechs Monaten eine Steigerung der adaptiven Lehrkompetenz erzielen, insbesondere der adaptiven

Planungskompetenz (vgl. Beck et al., 2008). Beide Kursteile scheinen also v.a. das für die Planung abrufbare Wissen gefördert zu haben. Da das (Handlungs-)Wissen situationsspezifisch (relativ veränderungsresistent) abgespeichert ist, benötigt eine Veränderung eine sehr lange Coachingphase, um das neue Wissen in neuen Handlungs- und Situationszusammenhängen abzuspeichern (ebd.). Weil dieses Coaching v.a. vor und während des Unterrichts stattfindet, ist es deshalb sehr adaptiv für Lehrpersonen selbst. Genauso wie Schülerinnen und Schüler auf adaptive Lernunterstützung im Sinne des Konzepts ALU angewiesen sind, brauchen auch Lehrpersonen, die sich Kompetenzen aneignen wollen, eine aktive Auseinandersetzung, den Nachvollzug von Denkstrategien, das Artikulieren und Reflektieren dessen, was man tut und denkt (ebd.). Nachdenken und Sprechen über die eigene berufliche Tätigkeit gilt als Schlüssel des professionellen Lernens und beruflichen Entwicklung (Messner & Reusser, 2000). Diese Programme zur Förderung adaptiver Kompetenzen müssen selber adaptiv sein, weil auch die Lehrpersonen diesbezüglich individuell unterschiedliche Fähigkeiten haben. Die Förderung bedarf nach Corno und Snow (1986) eines substanziellen Trainings der involvierten Fertigkeitskomponenten und der Entwicklung übergeordneter Exekutiv- und Kontrollstrategien in geregelten Langzeit-Programmen anstatt in „one-shot workshops“ (ebd., S. 625).

Da adaptive Lernunterstützung ein starkes situatives Moment beinhaltet, müssen Formen gefunden werden, die verstärkt diese Handlungskompetenzen längerfristig fördern. Ein weiterer Fokus bezüglich des Trainings von Adaptivität müsste auf die korrekte Diagnose des Verständnisses der Schülerinnen und Schüler gelegt werden (van de Pol & Elbers, 2013, S. 39f.). Ein Training muss ausserdem spezifisch und elaboriert sein (ebd.). Das Kompetenzgefühl der Lehrpersonen im Umgang mit heterogenen Lerngruppen ist für ihre Einstellung zur Integration und damit für das Gelingen von Integration zentral (vgl. Bless, 2007; Sermier Dessemontet et al., 2011), deshalb sollte ein Training auf die Lehrpersonen zugeschnitten sein. Der hohe Konkretisierungsgrad der Unterrichtsmaterialien und Lektionspläne von PRiMa, welche die praktische Durchführung von differenziertem Unterricht ermöglichen, sind geeignet, dieses Kompetenzgefühl zu unterstützen. Radford et al. (2015, S. 7) betonen zudem, wie wichtig es sei, dass Lehrpersonen und Teacher Assistants gemeinsam trainiert werden. Es kann die Hypothese aufgestellt werden, dass der Effekt eines auf die Steigerung der adaptiven Lernunterstützung ausgerichteten Trainings die Umsetzung in die Praxis fördert, wenn Lehrpersonen und IF-Lehrpersonen sich mit dem konkreten Fokus auf ihre Klasse gemeinsam weiterbilden.

Es wäre erstrebenswert, die Förderinhalte des PRiMa-Förderprogramms auf mehrere Schuljahre auszudehnen und die Weiterbildung der Lehrpersonen mittels eines spezifischen individuellen, adaptiven Coachings auf der Basis des Konzepts der adaptiven Lernunterstützung ALU

zu gestalten. Wiederholte Videoaufnahmen, die auch im Coaching eingesetzt werden können, würden vertiefte Erkenntnisse über die Entwicklung der adaptiven Lernunterstützung ermöglichen.

Die vorliegenden explorativen Analysen können modellhaft für andere Schulstandorte und Lehrpersonenteams als Anregungen dienen, wie sie adaptive Lernunterstützung für einen verstehensorientierten, integrativen Mathematikunterricht einsetzen können. Das Konzept ALU soll in diesem Sinn als Hilfestellung im Umgang mit heterogenen Lerngruppen verstanden werden.

12.2 Forschungsdesign

Berücksichtigung der Langzeitperspektive

Wie dargestellt, bezieht sich adaptive Lernunterstützung auch auf die Langzeit-Lernbeziehung zwischen Lehrperson und Schülerinnen und Schülern (vgl. S. 79). Das bedeutet, dass ein Scaffold auch abhängig ist von (länger) vorangegangenen Lernprozessen bzw. „Eigenschaften des Lernens“ der Schülerinnen und Schüler, ein Scaffold also auch andere Lernaspekte als nur ausschliesslich das unmittelbare „Lösenkönnen“ anstrebt. Wissen über die Zone der nächsten Entwicklung bezieht Wissen über die Lerngeschichte ein, die Diagnose bezieht sich nicht nur auf den aktuellen Moment und den aktuellen Lernprozess. Gleichzeitig benötigt die Planung geeigneter Lernarrangements dieses Wissen über die ZNE. Eine Lehrperson wird somit, je länger sie die Schülerinnen und Schüler kennt und mit ihnen arbeitet, adaptiver. Es stellt sich die Frage, wie diese Lernbeziehung einbezogen und die adaptive Lernunterstützung dann erfasst werden kann. Die Langzeitperspektive der Entwicklung von adaptiver Lernunterstützung als Lehrkompetenz muss in den Fokus gerückt werden. Dafür müsste ein Forschungsdesign entworfen werden, das insbesondere die individuelle Entwicklung der adaptiven Lernunterstützung erfassen kann, denn unter der Prämisse, dass adaptive Lernunterstützung massgeblich zum Lernerfolg beiträgt (vgl. Kapitel 4.1), steht die Entwicklung derselben im Vordergrund. Dafür ist es zentral, die individuelle Ausgangslage als Baseline und die adaptive Lernunterstützung mehrerer Mathematikektionen zu erfassen, um Entwicklungen (Veränderungen) zu erkennen. Allenfalls müssten auch systematische Variationen von Unterrichtssettings einbezogen werden, z.B. die Rolle/Funktion der IF-Lehrperson, die Gruppengrösse (Halbklassse vs. Ganzklasse) etc., um die Qualität der adaptiven Lernunterstützung unter verschiedenen Bedingungen zu erfassen, um so angemessenere Qualitätsbeurteilungen zu erhalten.

Globale Sicht und Mikro-Perspektive

Es wurde die Einschränkung gemacht, dass diese Videostudie adaptive Lernunterstützung nur aus relativ globaler Perspektive erfasst. Viele Studien zu Adaptivität, insbesondere zu Scaffolding, nehmen eine Mikroperspektive ein. Es wäre anzustreben, diese beiden Perspektiven miteinander zu verbinden, indem neben der Erfassung der adaptiven Lernunterstützung über grosse Analyseeinheiten auch Analysen auf der Turn-Ebene (z.B. kontingente Ab- oder Zunahme der Kontrolle, vgl. S. 54 sowie van de Pol & Elbers, 2013) gemacht werden.

Einbezug der (IF-)Lehrpersonen in die Analyse

Um Einblick in handlungsleitende Kognitionen der Lehrpersonen zu erhalten und damit das (adaptive) Handeln der Lehrpersonen besser zu verstehen, sollte die Perspektive der (IF-) Lehrpersonen in die Analyse einbezogen werden. Dies kann z.B. dadurch geschehen, dass sie ihren eigenen videografierten Unterricht kommentieren: Sie beurteilen und begründen das eigene Unterstützungsverhalten, erklären ihre Absichten und Ziele. So wird Wissen zu einzelnen Schülerinnen und Schülern und zum Handlungskontext für die aussenstehenden Beobachter sichtbar. Dies könnte die Validität der Beurteilung der adaptiven Lernunterstützung steigern.

Einbezug von weiteren Merkmalen der (IF-)Lehrpersonen

Um die Entwicklung der adaptiven Lernunterstützung adäquater zu erfassen, wäre es sinnvoll, weitere individuelle Variablen wie Ausbildung, Berufserfahrung oder auch individuelle Überzeugungen zu erfassen. Gerade Überzeugungen bezüglich Behinderung oder Integration scheinen im Zusammenhang mit Unterrichtspraktiken zu stehen (Jordan et al., 2010; Sermier Dessemontet, Benoit & Bless, 2011) und können so die adaptive Lernunterstützung beeinflussen. Ausserdem dienen Informationen zur konkreten Zusammenarbeit zwischen Lehrperson und IF-Lehrperson (Rollen, Funktionen, Anzahl Lektionen mit IF-Unterstützung, Dauer der Zusammenarbeit etc.) der adäquateren Einschätzungen des Unterrichts bzw. der adaptiven Lernunterstützung.

Nutzungsperspektive von ALU

Adaptive Lernunterstützung wird hier als Angebot bzw. als vermittelndes Element konzeptualisiert, das die Nutzung durch die Schülerinnen und Schüler optimieren soll. So ist es angezeigt, auch die Nutzungsperspektive durch die Schülerinnen und Schüler in die Analyse der adaptiven Lernunterstützung einzubeziehen. Dies kann einerseits durch die Überprüfung der Wirksamkeit des Unterrichts durch Leistungstests erfolgen oder aber durch qualitative Beurteilungen bestimmter Merkmale oder Verhaltensweisen der Schülerinnen und Schüler im videografierten Unterricht.

13 Schlusswort

In der hier vorgestellten explorativen Studie wurde die Implementierung eines Förderprogramms für den integrativen Mathematikunterricht in der dritten Klasse untersucht. Es stellt ein niederschwelliges Angebot für Lehrpersonen dar, die ihren Mathematikunterricht adaptiv gestalten wollen, um Schülerinnen und Schüler mit Lernschwierigkeiten im Fach Mathematik differenziert und verstehensorientiert zu fördern. Die Studie fokussiert auf die Forschung im mathematischen Bereich für Schüler und Schülerinnen mit Lernschwierigkeiten (Gersten et al., 2009) und auf lernförderliche Lehrerinterventionen (Leiss, 2007).

Es wurde untersucht, wie Lehrpersonen, angeleitet durch das Programm mit expliziten Hinweisen zur adaptiven Lernunterstützung – operationalisiert durch die Dimensionen *kognitive Aktivierung*, *Diskursanregung*, *Zielgerichtetheit*, *Einsatz von Arbeitsmitteln*, *produktiver Umgang mit Fehlern* und *Differenzierung* –, dieses im integrativen Klassenunterricht umsetzen. Die Ergebnisse zeigen einerseits, dass dies grundsätzlich gelungen ist, denn 85% der Lehrpersonen haben eine hohe oder mittlere adaptive Ausprägung der Lernunterstützung. Andererseits gibt es auch Lehrpersonen, die wenig adaptiv unterstützen. Insbesondere scheinen die Dimensionen *Zielgerichtetheit* und *Einsatz von Arbeitsmitteln* einfacher umsetzbar, ein *kognitiv aktivierender Diskurs* kam weniger oft zustande. Inwiefern sich dies auf das Förderprogramm und die Instruktion und Begleitveranstaltungen zurückführen lässt, müsste mit weiteren Untersuchungen erforscht werden, die diese Kompetenzen von Lehrpersonen im Längsschnitt untersuchen.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass es – unter Berücksichtigung der genannten Einschränkungen – gelungen ist, adaptive Lernunterstützung im integrativen Mathematikunterricht zu beschreiben. Insbesondere wurde mit dem Konzept ALU die zentrale adaptive Unterstützungs-Strategie *Scaffolding*, die ursprünglich auf Eins-zu-eins-Tutoringsituationen ausgelegt war, in den Klassenkontext eingebettet und dort untersucht.

Um den besonderen Herausforderungen zu begegnen, die sich bezüglich komplexer Unterrichtssettings und der dynamischen Natur von Unterricht und adaptiver Lernunterstützung stellen, sind insbesondere auch Studien notwendig, die unterschiedliche Kontexte und Rahmenbedingungen berücksichtigen, in denen adaptives Unterstützungsverhalten umgesetzt wird.

Die theoretische Relevanz der vorliegenden Arbeit liegt in der Bereitstellung eines Konzepts zur Analyse von adaptiver Lernunterstützung. Adaptive Lernunterstützung wurde gleichermaßen als Unterrichtsangebot und Lehrkompetenz konzeptualisiert. Für die Praxis bedeutet dies, dass auf der Basis des Konzepts ALU in der Lehreraus- und -weiterbildung einzelne Aspekte des Unterstützungsverhaltens der Lehrpersonen (und IF-Lehrpersonen) analysiert und gezielt

gefördert werden können. Es kann auch als Selbstbeobachtungsinstrument genutzt werden. Insbesondere die Kombination von Hinweisen zur adaptiven Lernunterstützung mit Unterrichtsmaterialien, wie sie das Förderprogramm PRiMa bereitstellt, scheint positive Effekte zu haben, auch wenn Fragen offen bleiben müssen: Die Einschätzung durch die teilnehmenden Lehrpersonen der Eignung der abgegebenen Materialien zur Unterstützung eines differenzierenden, verstehensorientierten Unterrichts war grösstenteils sehr positiv. Insbesondere der hohe Grad an Konkretheit (strukturiert aufgebaute Unterrichtsverläufe mit vorgegebenen Aufgaben, Arbeitsmitteln und differenzierenden Arbeitsblättern etc.) wurde geschätzt, und es wurden Veränderungen im Lernverhalten der Klasse festgestellt, gerade auch bei den Schülerinnen und Schülern mit besonderem Förderbedarf.

14 Literaturverzeichnis

- Aebli, H. (2006). *Zwölf Grundformen des Lehrens. Eine Allgemeine Didaktik auf psychologischer Grundlage* (13. Aufl.). Stuttgart: Klett-Cotta.
- Alexander, R. (2008). *Towards Dialogic Teaching. Rethinking Classroom Talk* (4. Aufl.). Cambridge: Dialogos.
- Autorenteam. (2012). *Mathematik 3 Primarstufe*. Zürich: Lehrmittelverlag Zürich.
- Beck, E., Baer, M., Guldemann, T., Bischoff, S., Brühwiler, C., Müller, P., . . . Vogt, F. (2008). *Adaptive Lehrkompetenz: Analyse und Struktur, Veränderbarkeit und Wirkung handlungssteuernden Lehrerwissens*. Münster: Waxmann.
- Bless, G. (2007). *Zur Wirksamkeit der Integration: Forschungsüberblick, praktische Umsetzung einer integrativen Schulform, Untersuchungen zum Lernfortschritt*. Bern: Haupt.
- Bönsch, M. (2009). *Erfolgreicheres Lernen durch Differenzierung im Unterricht*. Braunschweig: Westermann.
- Bundesgesetz. (2006). *Bundesgesetz über die Beseitigung von Benachteiligungen von Menschen mit Behinderungen (Behindertengleichstellungsgesetz, BehiG)*. <http://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/20002658/index.html> (8.1.2015)
- Campbell, P. F. & Malkus, N. N. (2014). The mathematical knowledge and beliefs of elementary mathematics specialist-coaches. *ZDM-The International Journal on Mathematics Education*, 46(2), 213-225.
- Clausen, M., Reusser, K. & Klieme, E. (2003). Unterrichtsqualität auf der Basis hoch-inferenter Unterrichtsbeurteilungen. Ein Vergleich zwischen Deutschland und der deutschsprachigen Schweiz. *Unterrichtswissenschaft*, 31(2), 122-141.
- Cobb, P., Boufi, A., McClain, K. & Whitenack, J. (1997). Reflective Discourse and Collective Reflection. *Journal for Research in Mathematics Education*, 28(3), 258-277.
- Cobb, P., Wood, T. & Yackel, E. (1993). Discourse, Mathematical Thinking, and Classroom Practice. In E. A. Forman, N. Minick & C. A. Stone (Hrsg.), *Sociocultural Dynamics in Children's Development* (S. 91-119). New York/Oxford: Oxford University Press.
- Collins, A., Brown, J. S. & Holum, A. (1991). Cognitive Apprenticeship: Making thinking visible. *American Educator*, 1-18.
- Corno, L. & Snow, R. E. (1986). Adapting teaching to individual differences among learners. In M. C. Wittrock (Hrsg.), *Handbook of research on teaching* (3. Aufl., S. 605-629). New York: MacMillan.
- Davis, E. A. & Miyake, N. (2004). Guest editors' introduction: Explorations of scaffolding in complex classroom systems. *The Journal of the Learning Sciences*, 13(3), 265-272.
- Drollinger-Vetter, B. (2011). *Verstehenselemente und strukturelle Klarheit. Fachdidaktische Qualität der Anleitung von mathematischen Verstehensprozessen im Unterricht*. Münster: Waxmann.
- EDK. Schweizerische Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektoren – Sonderpädagogik <http://www.edk.ch/dyn/12917.php> (28.11.2014)
- Elbers, E., Rojas-Drummond & van de Pol, J. (2013). Conceptualising and grounding scaffolding in complex educational contexts. *Learning, Culture and Social Interaction*, 2, 1-2.

- Feuser, G. (1989). Allgemeine integrative Pädagogik und entwicklungslogische Didaktik. *Behindertenpädagogik*, 28(1), 4-48.
- Freeseemann, O. (2014). *Schwache Rechnerinnen und Rechner fördern. Eine Interventionsstudie an Haupt-, Gesamt- und Förderschulen*. Wiesbaden: Springer Spektrum.
- Fritz, A., Ricken, G. & Schmidt, S. (2009). *Handbuch Rechenschwäche. Lernwege, Schwierigkeiten und Hilfen bei Dyskalkulie* (2. erweiterte Aufl.). Weinheim, Basel: Beltz.
- Gaidoschik, M. (2009). Didaktogene Faktoren bei der Verfestigung des „zählenden Rechnens“. In A. Fritz, G. Ricken & S. Schmidt (Hrsg.), *Handbuch Rechenschwäche. Lernwege, Schwierigkeiten und Hilfen bei Dyskalkulie* (S. 166-180). Weinheim, Basel: Beltz.
- Gaidoschik, M. (2014). *Rechenschwäche verstehen – Kinder gezielt fördern. Ein Leitfaden für die Unterrichtspraxis* (7. Aufl.). Hamburg: Persen.
- Gersten, R., Chard, D. J., Jayanthi, M., Baker, S. K., Morphy, O. & Flojo, J. (2009). Mathematics instruction for students with learning disabilities: A meta-analysis of instructional components. *Review of Educational Research*, 79, 1202-1242.
- Gersten, R., Jordan, N. & Flojo, J. (2005). Early identification and interventions for students with mathematics difficulties. *Journal of Learning Disabilities*, 38(4), 293-304.
- Grissemann, H. (1996). *Dyskalkulie heute. Sonderpädagogische Integration auf dem Prüfstand* (Bd. 40). Bern, Göttingen, Toronto, Seattle: Hans Huber.
- Guldimann, T., Bischoff, S. & Brühwiler, C. (2005). Adaptive Lehrkompetenz. Analysen von Struktur, Veränderbarkeit und Wirkung von handlungssteuerndem Lehrerwissen. *Beiträge zur Lehrerbildung*, 23(2), 262-265.
- Hammond, J. & Gibbons, P. (2005). Putting scaffolding to work: The contribution of scaffolding in articulating ESL education. *Prospect*, 20(1), 6-30.
- Häsel-Weide, U. (2013). Ablösung vom zählenden Rechnen: Struktur-fokussierende Deutungen am Beispiel von Subtraktionsaufgaben. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 34(1), 21-52.
- Helmke, A. (2009). *Unterrichtsqualität und Lehrerprofessionalität – Diagnose, Evaluation und Verbesserung des Unterrichts*. Seelze-Velber: Kallmeyer/Klett.
- Helmke, A. & Weinert, F. E. (1997). Bedingungsfaktoren schulischer Leistungen. In F. E. Weinert (Hrsg.), *Enzyklopädie der Psychologie* (Bd. 3: Psychologie des Unterrichts und der Schule, S. 71-176). Göttingen: Hogrefe.
- Heward, W. L. (2003). Ten faulty notions about teaching and learning that hinder the effectiveness of special education. *The Journal of Special Education*, 36(4), 186-205.
- Hugener, I., Pauli, C. & Reusser, K. (2006). *Videoanalysen* (Bd. 15). Frankfurt am Main: DIPF.
- ICF. (2005). *ICF. Internationale Klassifikation der Funktionsfähigkeit, Behinderung und Gesundheit*: Deutsches Institut für Medizinische Dokumentation und Information, DIMDI, WHO-Kooperationszentrum für das System Internationaler Klassifikationen. Genf: World Health Organization.
<http://www.dimdi.de/dynamic/de/klassi/downloadcenter/icf/endfassung/> (28.11.2014)
- Jones, N. D. & Brownell, M. T. (2014). Examining the Use of Classroom Observations in the Evaluation of Special Education Teachers. *Assessment for Effective Intervention*, 39(2), 112-124.

- Jordan, A., Glenn, C. & McGhie-Richmond, D. (2010). The supporting effective teaching (SET) project: The relationship of inclusive teaching practices to teachers' beliefs about disability and ability, and about their roles as teachers. *Teaching and Teacher Education* (26), 259-266. doi: 10.1016/j.tate.2009.03.005
- Jost, D., Erni, J. & Schmassmann, M. (1992). *Mit Fehlern muss gerechnet werden* (2. Aufl.). Zürich: Sabe.
- Klieme, E. (2006). Empirische Unterrichtsforschung: aktuelle Entwicklungen, theoretische Grundlagen und fachspezifische Befunde. *Zeitschrift für Pädagogik*, 52(6), 765-773.
- Klieme, E., Lipowsky, F., Rakoczy, K. & Ratzka, N. (2006). Qualitätsdimensionen und Wirksamkeit von Mathematikunterricht. Theoretische Grundlagen und ausgewählte Ergebnisse des Projekts „Pythagoras“. In M. Prenzel & L. Allolio-Näcke (Hrsg.), *Untersuchungen zur Bildungsqualität von Schule. Abschlussbericht des DFG-Schwerpunktprogramms* (S. 127-146). Münster: Waxmann.
- Klieme, E., Pauli, C. & Reusser, K. (2009). The Pythagoras Study: Investigating effects of teaching and learning in Swiss and German mathematics classrooms. In T. Janik & T. Seidel (Hrsg.), *The Power of Video Studies in Investigating Teaching and Learning in the Classroom* (S. 137-160). Münster: Waxmann.
- Knierim, B. (2008). *Lerngelegenheiten anbieten – Lernangebote nutzen. Eine Videostudie im Schweizer Physikunterricht*. Hamburg: Verlag Dr. Kovac.
- Kornmann, R. (2003). Kommentar: Analysen von Rechenschwierigkeiten aus unterschiedlichen Perspektiven. In A. Fritz, G. Ricken & S. Schmidt (Hrsg.), *Rechenschwäche. Lernwege, Schwierigkeiten und Hilfen bei Dyskalkulie* (S. 248-257). Weinheim, Basel, Berlin: Beltz.
- Krajewski, K. (2005). Früherkennung und Frühförderung von Risikokindern. In M. von Aster & J. H. Lorenz (Hrsg.), *Rechenstörungen. Neurowissenschaft, Psychologie, Pädagogik* (S. 150-164). Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht.
- Krammer, K. (2009). *Individuelle Lernunterstützung in Schülerarbeitsphasen. Eine videobasierte Analyse des Unterstützungsverhaltens von Lehrpersonen im Mathematikunterricht*. Münster, New York, München, Berlin: Waxmann.
- Krauthausen, G. & Scherer, P. (2007). *Einführung in die Mathematikdidaktik* (3. Aufl.). Heidelberg: Springer Spektrum.
- Kretschmann, R. (2003). Manchmal ist Rechnenlernen schwer – eine entwicklungsökologische und systemische Problemsicht. In A. Fritz, G. Ricken & S. Schmidt (Hrsg.), *Rechenschwäche. Lernwege, Schwierigkeiten und Hilfen bei Dyskalkulie* (S. 179-200). Weinheim, Basel, Berlin: Beltz.
- Kunter, M. (2005). *Multiple Ziele im Mathematikunterricht*. Münster: Waxmann.
- Landerl, K. & Kaufmann, L. (2013). *Dyskalkulie. Modelle, Diagnostik, Intervention* (2. aktualisierte Aufl.). München: Ernst Reinhardt.
- Leidner, M. (2012). *Verschiedenheit, besondere Bedürfnisse und Inklusion. Grundlagen der Heilpädagogik*. Hohengehren: Schneider.
- Leiss, D. (2007). „Hilf mir es selbst zu tun“ – Lehrerinterventionen beim mathematischen Modellieren. Hildesheim, Berlin: Franzbecker.
- Leiss, D. (2010). Adaptive Lehrerinterventionen beim mathematischen Modellieren – empirische Befunde einer vergleichenden Labor- und Unterrichtsstudie. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 31(2), 197-226.

- Lipowsky, F. (2015). Unterricht. In E. Wild & J. Möller (Hrsg.), *Pädagogische Psychologie* (2. Aufl.). Heidelberg: Springer.
- Lipowsky, F. (2011). Theoretische Perspektiven und empirische Befunde zur Wirksamkeit von Lehrerfort- und -weiterbildung. In E. Terhart, H. Bennewitz & M. Rothland (Hrsg.), *Handbuch der Forschung zum Lehrerberuf* (S. 398-417). Münster: Waxmann.
- Lorenz, J. H. (2003). Überblick über Theorien zur Entstehung und Entwicklung von Rechenschwächen. In A. Fritz, G. Ricken & S. Schmidt (Hrsg.), *Rechenschwäche. Lernwege, Schwierigkeiten und Hilfen bei Dyskalkulie* (S. 144-178). Weinheim, Basel, Berlin: Beltz.
- Lorenz, J. H. & Radatz, H. (1993). *Handbuch des Förderns im Mathematikunterricht*. Hannover: Schroedel.
- Mercer, N. (1995). *The Guided Construction of Knowledge. Talk Amongst Teachers and Learners*. Clevedon, Philadelphia, Adelaide: Multilingual Matters LTD.
- Mercer, N. (1996). The quality of talk in children's collaborative activity in the classroom. *Learning and Instruction*, 6, 359-377.
- Mercer, N. & Littleton, K. (2007). *Dialogue and the Development of Children's Thinking. A sociocultural approach*. London: Routledge.
- Messner, H. & Reusser, K. (2000). Berufliches Lernen als lebenslanger Prozess. *Beiträge zur Lehrerbildung*, 18(3), 277-294.
- Michaels, S. & O'Connor, C. (2011). *Conceptualizing Talk Moves as Tools: Leveraging Professional Development Work with Teachers to Advance Empirical Studies of Academically Productive Talk*. Paper presented at the AERA Research Conference Socializing Intelligence Through Academic Talk and Dialogue, Pittsburgh, PA.
- Michaels, S. & O'Connor, C. (2013). Conceptualizing talk moves as tools: Professional development approaches for academically productive discussion. In L. B. Resnick, C. Asterhan & S. N. Clarke (Hrsg.), *Socializing intelligence through talk and dialogue*. Washington DC: American Educational Research Association.
- Michaels, S., O'Connor, C. & Resnick, L. (2007). Deliberative discourse idealized and realized: Accountable talk in the classroom and in civic life. *Studies in Philosophy and Education*, 27(4), 283-297. doi: 10.1007/s11217-007-9071-1
- Montague, M. (2011). Effective Instruction in Mathematics for Students with Learning Difficulties. In C. Wyatt-Smith, J. Elkins & S. Gunn (Hrsg.), *Multiple Perspectives on Difficulties in Learning Literacy and Numeracy* (S. 295-313). Dordrecht, Heidelberg, London, New York: Springer.
- Moser Opitz, E. (2001). *Zählen, Zahlbegriff, Rechnen: Theoretische Grundlagen und eine empirische Untersuchung zum mathematischen Erstunterricht in Sonderklassen* (Bd. 27). Bern, Stuttgart, Wien: Haupt.
- Moser Opitz, E. (2007). Bildungsstandards und Sonderpädagogik. *Schweizerische Zeitschrift für Heilpädagogik* (9), 10-17.
- Moser Opitz, E. (2013). *Rechenschwäche – Dyskalkulie: Theoretische Klärungen und empirische Studien an betroffenen Schülerinnen und Schülern* (2. Aufl.). Bern: Haupt.
- Moser Opitz, E. & Freesemann, O. (2012). Rechenschwäche: Diagnose, Merkmale, Fördermöglichkeiten. *Schweizerische Zeitschrift für Heilpädagogik*, 18(6), 6-14.

- Murphy, M. M., Mazzocco, M. M., Hanich, L. B. & Early, M. C. (2007). Cognitive characteristics of children with mathematics learning disability (MLD) vary as a function of the cutoff criterion used to define MLD. *Journal of Learning Disabilities*, 40(5), 458-478.
- Pauli, C. & Reusser, K. (2006). Von international vergleichenden Video Surveys zur videobasierten Unterrichtsforschung und -entwicklung. *Zeitschrift für Pädagogik*, 52(6), 774-798.
- Pea, R. D. (2004). The social and technological dimensions of scaffolding and related theoretical concepts for learning, education, and human activity. *The Journal of the Learning Sciences*, 13(3), 423-451.
- Pedrotty Bryant, D., Bryant, B. R., Gersten, R., Scammacca, N. & Chavez, M. M. (2008). Mathematics intervention for first- and second-grade students with mathematics difficulties: The effects of Tier 2 intervention delivered as booster lessons. *Remedial and Special Education*, 29(1), 20-32. doi: 10.1177/0741932507309712
- Pfister, M., Stöckli, M., Moser Opitz, E. & Pauli, C. (2015a). Inklusiven Unterricht erforschen: Herausforderungen und erste Ergebnisse aus einer Längsschnittstudie. *Unterrichtswissenschaft*, 43(1), 53-67.
- Pfister, M., Moser Opitz, E. & Pauli, C. (2015b). Scaffolding for mathematics teaching in inclusive primary classrooms: A video study. *ZDM-The International Journal on Mathematics Education* 47(7), 1079-1092. doi: 10.1007/s11858-015-0713-4
- Pool Maag, S. & Moser Opitz, E. (2014). Inklusiver Unterricht – grundsätzliche Fragen und Ergebnisse einer explorativen Studie. *Empirische Sonderpädagogik*, 2, 133-149.
- Praetorius, A.-K. (2013). Einschätzung von Unterrichtsqualität durch externe Beobachterinnen und Beobachter – Eine kritische Betrachtung der aktuellen Vorgehensweise in der Schulpraxis. *Beiträge zur Lehrerbildung*, 31(2), 174-185.
- Praetorius, A.-K. (2014). *Messung von Unterrichtsqualität durch Ratings*. Münster, New York: Waxmann.
- Quintana, C., Reiser, B. J., Davis, E. A., Krajcik, J., Fretz, E., Duncan, R. G., . . . Soloway, E. (2004). A scaffolding design framework for software to support science inquiry. *The Journal of the Learning Sciences*, 13(3), 337-386.
- Radford, J., Bosanquet, P., Webster, R. & Blatchford, P. (2015). Scaffolding learning for independence: Clarifying teacher and teaching assistant roles for children with special educational needs. *Learning and Instruction*, 36, 1-10.
- Rakoczy, K. & Pauli, C. (2006). Hoch inferentes Rating: Beurteilung der Qualität unterrichtlicher Prozesse. In I. Hugener, C. Pauli & K. Reusser (Hrsg.), *Videoanalysen* (Bd. 15, S. 206-233). Frankfurt am Main: DIPF.
- Reusser, K. (2006). Konstruktivismus – vom epistemologischen Leitbegriff zur Erneuerung der didaktischen Kultur. In M. Baer, M. Fuchs, P. Füglistner, K. Reusser & H. Wyss (Hrsg.), *Didaktik auf psychologischer Grundlage. Von Hans Aeblis kognitionspsychologischer Didaktik zur modernen Lehr- und Lernforschung* (S. 52-73). Bern: h.e.p.verlag ag.
- Reusser, K. (2008). Empirisch fundierte Didaktik – didaktisch fundierte Unterrichtsforschung. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, Sonderheft 9*, 219-238.
- Reusser, K., Pauli, C. & Waldis, M. (Hrsg.). (2010). *Unterrichtsgestaltung und Unterrichtsqualität. Ergebnisse einer internationalen und schweizerischen Videostudie zum Mathematikunterricht*. Münster: Waxmann.

- Rosenshine, B. (2009). The empirical support for direct instruction. In S. Tobias & T. M. Duffy (Hrsg.), *Constructivist instruction. Success or failure?* (S. 201-220). New York, London: Routledge.
- Ruf, U. & Gallin, P. (2005). *Dialogisches Lernen in Sprache und Mathematik. Band 1: Austausch unter Ungleichen. Grundzüge einer interaktiven und fächerübergreifenden Didaktik* (3. Aufl.). Seelze-Velber: Kallmeyer.
- Scherer, P. (1999). Aktiv-entdeckendes Lernen – auch für schulschwache Kinder! In E. Hengartner (Hrsg.), *Mit Kindern lernen. Standorte und Denkwege im Mathematikunterricht* (S. 152-160). Zug: Klett und Balmer.
- Scherer, P. & Moser Opitz, E. (2010). *Fördern im Mathematikunterricht der Primarstufe*. Heidelberg: Spektrum.
- Sermier Dessemontet, R., Benoit, V. & Bless, G. (2011). Schulische Integration von Kindern mit einer geistigen Behinderung – Untersuchung der Entwicklung der Schulleistungen und der adaptiven Fähigkeiten, der Wirkung auf die Lernentwicklung der Mitschüler sowie der Lehrereinstellungen zur Integration. *Empirische Sonderpädagogik*, 4, 291-307.
- Smit, J. & van Eerde, D. (2013). What counts as evidence for the long-term realisation of whole-class scaffolding? *Learning, Culture and Social Interaction*, 2(1), 22-31.
- Stern, E. (1998). Die Entwicklung schulbezogener Kompetenzen: Mathematik. In F. E. Weinert (Hrsg.), *Entwicklung im Kindesalter* (S. 95-114). Weinheim: Beltz.
- Stöckli, M., Moser Opitz, E., Pfister, M. & Reusser, L. (2014). Gezielt fördern, differenzieren und trotzdem gemeinsam lernen – Überlegungen zum inklusiven Mathematikunterricht. *Sonderpädagogische Förderung heute*, 59(1), 44-56.
- Stone, C. A. (1998). The metaphor of scaffolding: Its utility for the field of learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 31, 344-364.
- Stylianides, A. J. & Stylianides, G. J. (2013). Seeking research-grounded solutions to problems of practice: classroom-based interventions in mathematics education. *ZDM-The International Journal on Mathematics Education*, 45(3), 333-341. doi: 10.1007/s11858-013-0501-y
- Tharp, R. G. & Gallimore, R. (1988). *Rousing minds to life: Teaching, learning, and schooling in social context*. Cambridge: Cambridge University Press.
- UNESCO. (1994). *The Salamanca Statement and Framework for Action on Special Needs Education*. <http://unesdoc.unesco.org/images/0009/000984/098427eo.pdf>. (28.11.2014)
- van de Pol, J. (2012). *Scaffolding in teacher-student interaction. Exploring, measuring, promoting and evaluating scaffolding*. PhD, Universität Amsterdam.
- van de Pol, J. & Elbers, E. (2013). Scaffolding student learning: A micro-analysis of teacher–student interaction. *Learning, Culture and Social Interaction* (2), 32-41.
- van de Pol, J., Volman, M. & Beishuizen, J. (2010). Scaffolding in Teacher-Student Interaction: A Decade of Research. *Educational Psychology Review*, 22, 271-296.
- Voigt, J. (1986). Sozial-interaktive Bedingungen der Entwicklung mathematischer Fähigkeiten im gegenwärtigen Mathematikunterricht. In H.-G. Steiner (Hrsg.), *Grundfragen der Entwicklung mathematischer Fähigkeiten* (S. 281-292). Köln: Aulis Deubner.

- von Aster, M. (2003). Neurowissenschaftliche Ergebnisse und Erklärungsansätze zu Rechenstörungen. In A. Fritz, G. Ricken & S. Schmidt (Hrsg.), *Rechenschwäche. Lernwege, Schwierigkeiten und Hilfen bei Dyskalkulie* (S. 163-178). Weinheim, Basel, Berlin: Beltz.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society. The development of higher psychological processes*. Cambridge: Harvard University Press.
- Wember, F. B. (2003). Die Entwicklung des Zahlbegriffs aus psychologischer Sicht. In A. Fritz, G. Ricken & S. Schmidt (Hrsg.), *Rechenschwäche. Lernwege, Schwierigkeiten und Hilfen bei Dyskalkulie* (S. 48-64). Weinheim, Basel, Berlin: Beltz.
- West, L. & Staub, F. (2008). *Content-focused coaching: Transforming mathematics lessons*. Portsmouth: Heinemann.
- WHO. (2013). *ICD-10 Internationale statistische Klassifikation der Krankheiten und verwandter Gesundheitsprobleme 10. Revision WHO-Ausgabe*.
- Williams, S. R. & Baxter, J. A. (1996). Dilemmas of discourse-oriented teaching in one middle school mathematics classroom. *The Elementary School Journal*, 97(1), 21-38.
- Wirtz, M. & Caspar, F. (2002). *Beurteilerübereinstimmung und Beurteilerreliabilität*. Göttingen, Bern, Toronto, Seattle: Hogrefe.
- Wittmann, E. C. (1994). Wider die Flut der „bunten Hunde“ und der „grauen Päckchen“: Die Konzpetion des aktiv-entdeckenden Lernens und des produktiven Übens. In E. C. Wittmann & G. N. Müller (Hrsg.), *Handbuch produktiver Rechenübungen. Band 1* (2. überarbeitete. Aufl., S. 157-171). Stuttgart: Klett.
- Wittmann, E. C. & Müller, G. N. (1994). *Handbuch produktiver Rechenübungen. Band 1* (2. überarbeitete Aufl.). Stuttgart: Klett.
- Wittmann, E. C. & Müller, G. N. (2008). *Schweizer Zahlenbuch 3. Schulbuch*. Zug: Klett und Balmer.
- Wood, D. (2001). Scaffolding, contingent tutoring and computer-supported learning. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 12, 280-292.
- Wood, D., Bruner, J. S. & Ross, G. (1976). The role of tutoring in problem solving. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 17, 89-100.
- Zahner Rossier, C., Berweger, S., Brühwiler, C., Holzer, T., Mariotta, M., Moser, U. & Nicoli, M. (2004). *PISA 2003: Kompetenzen für die Zukunft. Erster nationaler Bericht*. Neuenburg: Bundesamt für Statistik.

15 Verzeichnis der Abbildungen und Tabellen

Abbildung 1 Angebots-Nutzungs-Modell nach Helmke (2009, S. 73).....	40
Abbildung 2 Modell für die Analyse von Scaffoldingstrategien nach van de Pol et al. (2010, S. 278)	54
Abbildung 3 Conceptual model of scaffolding (van de Pol et al., 2010, S. 274).....	55
Abbildung 4 Mikro-Makro-Modell von <i>Scaffolding in action</i> (Hammond & Gibbons, 2005, S. 28)	59
Abbildung 5 Grundmodell der unterrichtlichen Dynamik - Didaktisches Dreieck (Reusser, 2008, S. 225)	78
Abbildung 6 Übersicht Förderkonzept	97
Abbildung 7 Ausschnitt eines Lektionsplans der Fördereinheit <i>Zahlenstrahl</i> ©PRiMa UZH	102
Abbildung 8 Forschungsdesign	104
Abbildung 9 Beispiele: Profile für hohe, mittlere und tiefe Adaptivität	130
Abbildung 10 Adaptivitätsdimensionen – Verteilung Rating	133
Abbildung 11 Dimension <i>Arbeitsmittel</i> – Rating nach Gruppe	134
Abbildung 12 Dimension <i>Zielgerichtetheit</i> – Rating nach Gruppe.....	135
Abbildung 13 Dimension <i>Kognitive Aktivierung</i> – Rating nach Gruppe	135
Abbildung 14 Dimension <i>Umgang mit Fehlern</i> – Rating nach Gruppe	136
Abbildung 15 Dimension <i>Diskursanregung</i> – Rating nach Gruppe	136
Abbildung 16 Homogene Adaptivitätsprofile	141
Abbildung 17 Adaptivitätsprofil Heterogenes mitteladaptives Profil A	143
Abbildung 18 Adaptivitätsprofil Heterogenes adaptives Profil A	144
Abbildung 19 Adaptivitätsprofil Heterogenes wenig adaptives Profil A.....	144
Abbildung 20 Adaptivitätsprofil Heterogenes adaptives Profil B.....	145
Abbildung 21 Adaptivitätsstufen Interventionsgruppen	147
Abbildung 22 Ordinaler Zahlaspekt © PRiMa UZH	149
Abbildung 23 Zahlen systematisch verändern ©PRiMa UZH.....	166
Abbildung 24 Adaptivitätsprofile Monti, Giger und Keller	171

Tabelle 1 Interaktiv-instruktionale Komponenten effektiver Förderung	37
Tabelle 2 Strategien zur Unterstützung der Performanz nach Tharp & Gallimore (1988)	51
Tabelle 3 Diskursive Scaffolds	72
Tabelle 4 Adaptivitätsdimensionen des Konzepts ALU	92
Tabelle 5 Scaffoldingimpulse.....	100
Tabelle 6 Stichprobe.....	105
Tabelle 7 Instruktion der Lehrkräfte	107
Tabelle 8 Datenkorpus	114
Tabelle 9 Verteilung der Lektionspläne	115
Tabelle 10 Grundidee und Indikatoren der Adaptivitätsdimensionen	118
Tabelle 11 Ratingstufen	124
Tabelle 12 Reliabilitätsanalysen.....	126
Tabelle 13 Faktorenanalyse Zweifaktorlösung für Adaptive Lernunterstützung.....	129
Tabelle 14 Adaptivitätsausprägungen und Adaptivitätsstufen Lehrpersonen (L).....	132
Tabelle 15 Anzahl Lehrpersonen pro Dimensionsausprägung nach Gruppen	134
Tabelle 16 Anzahl Lehrpersonen pro Dimensionsausprägung <i>Differenzierung</i> und <i>Individuelle Lernbegleitung</i>	137
Tabelle 17 Adaptivitätsausprägungen und Adaptivitätsstufen IF-Lehrpersonen (IF).....	138
Tabelle 18 Anzahl IF-Lehrpersonen pro Dimensionsausprägung.....	139
Tabelle 19 Korrelationsmatrix Dimensionen (Lehrpersonen)	142
Tabelle 20 Korrelationsmatrix Dimensionen (IF-Lehrpersonen).....	142
Tabelle 21 Scaffoldingimpulse aus der Fördereinheit Zahlenstrahl.....	150

16 Anhang

16.1 Verlaufsprotokolle der Videolektionen der Fallstudien

Klassencode: 702		Datum: 17.12.2012	Zeit: 10.30-11.15
Lehrperson: Frau Monti			
Baustein: ZS_C: Von der Hunderterkette zum leeren Zahlenstrahl			
Zeit	Aktivität (Thema, Fokus LP, Schüleraktivität...)	Sozialform, Ort	
00.00.00	<i>Tausenderkette</i> Besprechung der Hunderterkette L: „Wieso hat die 2 Farben?“ Info zur Aufgabe: Tausenderkette im Flur legen (Wiederholung). Zahlenpfeile richtig zur Kette legen (unterschiedlich schwierige Zahlen farbig gekennzeichnet).	Alle/Kreis	
00.01.55	<i>Zahlen auf der Tausenderkette finden</i> SuS gehen in den Flur und legen gemeinsam die Kette aus und die Pfeile dazu. L: „Da ist die Null.“ (00.04:20) L: „Zuerst die weissen Pfeile (Hunderter) verteilen, sonst kommt der ganze Rest falsch.“ L kontrolliert einzelne Zahlenpfeile, fordert SuS auf, Fehler (von anderen) zu korrigieren	Alle/Flur	
00.06.50	<i>Zahlen auf der Tausenderkette finden</i> L kontrolliert Zahlen. SuS verbessern einzelne Zahlen. (00.07.55) Zwischenreflexion: Was war schwierig? Warum dieses Durcheinander? -> Zuerst Hunderter/Zehner legen.	Alle/Flur	
00.10.20	<i>Von der Hunderterkette zum Zahlenstrahl</i> Hunderterkette wird auf Karton geklebt (00.11.00). L: „Es gibt eine einfachere Variante als jedes Mal 100 Perlen zu zeichnen.“ (00.11. 40) S: „Man macht eine Linie“ -> Bezug Länge Kette – Linie. Bezeichnungen der Striche (00.12.20) 50 wird eingezeichnet. L: „Beschreibe mir, wo du den Strich gemacht hast.“ -> nach der fünfzigsten Perle Zehnerzahlen folgen. (00.14.00) L: „Ist das eine Zehnerzahl?“	Alle/Kreis	
00.15.20	<i>Hunderterstrahl</i> L nimmt Kette weg. Begriffsklärung: Hunderterkette/Hunderterstrahl (00.16.00) L Rekapitulation für Einzelarbeit: „Welche Zahlen zuerst?“ -> 0, 100, 50 (Mitte!), anschliessend Zehnerzahlen -> ungefähr, nicht messen	Alle/Kreis	
00.17.30	<i>Hunderterstrahl mit allen Zehnerzahlen zeichnen, vorgegebene Zahlen eintragen</i> (00.19.20) Problem: Abstände ungleich. „Wie viele Striche kommen dazwischen?“ (00.21.00) Aufgabe: Weitere Zahlen von WT in Hunderterstrahl eintragen (mit Selbstkontrolle an WT). (00.22.15) nochmal Problem ungleiche Abstände mit gleicher S (00.23.35) individuelle Unterstützung S (S baut 100erstrahl sukzessive auf)	Alleine/Platz	
00.25.25	<i>Zahlenstrahl: Zahlen finden</i> Neue Aufgabe für diejenigen, die fertig sind: Tausenderstrahl zeichnen und Zahlen einschreiben. L geht umher, kontrolliert SuS. (00.27.15) L: 98 zu ungenau -> näher an 100 (00.28.55) Problem: Wie viele Perlen sind zwischen zwei 10ner, wie viele Striche? Wo müsste 98 hin? (00.29.50) L: „Welche Zahl musst du zuerst eintragen nach 0 und 1000?“ -> 500 in der Mitte.	Alleine/am Platz	

	(00.30.25) Problem: Wie viele Striche zwischen 90 und 100? Gemeinsames Zählen -> 9 -> Wo kommt die 98 hin?	
00.31.50	<i>Störung durch laute SuS</i> L kontrolliert weiter die Hunderterstrahlen. (00.32:50) L: „Was ist mit der 98 passiert?“ (siehe oben 00.30.25) -> weiter nach rechts (00.33.15) Problem: Platzierung 47 (vor oder hinter 45/wo ist „vor“ für dich?) (00.34.10) Störung, Einbezug S für Hilfe, Gemeinsame Kontrolle und Besprechung in Partnerarbeit (00.35.00) Problem: Welche Zahlen auf 1000er Strahl zuerst? L&S gehen in den Flur, schauen den Strahl an. L kontrolliert weiter die Zahlenstrahlen.	Alleine/am Platz /z.T. Partnerarbeit
00.39.45	<i>Zahlenstrahl Zahlen finden</i> Neue Aufgabe für diejenigen, die fertig sind: In Partnerarbeit im Zahlenbuch S.32 arbeiten: Zahlen zeigen. Kleingruppe bleibt vorne im Kreis	Alle/z.T. Kreis
00.41.30	<i>Gemeinsam Tausenderstrahl zeichnen</i> Welche Zahlen zuerst eintragen? Mitte (00.44.20) SuS Problem beim Aufzählen Hunderter-Reihe -> L & Kleingruppe geht nach draussen. Schreiten die gelegten Hunderter-schritte ab. (00.45.15) Problem Mikrofon. (00.45.30) Zählen erneut die Hunderters Schritte am Zahlenstrahl. Aufgabe: Selber den Tausenderstrahl zeichnen.	Kleingruppe/ Kreis/Boden/z.T. im Flur
00.47.10	<i>Besprechung Hunderterstrahl: Zahlen finden</i> L: „Wer eine Zahl einträgt, erklärt, was er sich dabei überlegt.“ SuS diskutieren Lösungswege.	Alle/Kreis Boden
00.53.50	<i>Einkleben der Zahlenstrahlen, Aufräumen</i>	
00.54.54	Video Ende	

Klassencode: 704		Datum: 23.11.2012	Zeit: 10:05-10:50
Lehrperson: Frau Giger			
Baustein: ZS_D: Von der Tausenderkette zum Tausenderstrahl			
Zeit	Aktivität (Thema, Fokus LP, Schüleraktivität...)	Sozialform, Ort	
00.00.00	<i>Zählkartei und Tausenderkette (AB)</i> Einteilung in Partnergruppen durch L: Unterschiedliche Schwierigkeitsgrade der Zähl-Kartei Andere Kinder Weiterarbeit am Arbeitsblatt Tausenderkette oder Übungsheft S.16 L geht umher, hilft SuS, gibt Anweisungen. (00.03.00) Problem S: 5er-Schritte rückwärtszählen von 94. (94...84/94...39/ (00.04.45) L: „Was hast du gemerkt?“ -> immer 5-4-5-4 (???) (00.05.15) Problem: von 55 in Zweierschritten rückwärts (00.08.50) L verteilt neue (schwierigere) Zählkarteikarten.	Alle/Platz/ Zweiergruppen oder alleine	
00.09.50	Aufräumen und wieder an den Platz zurück.		

00.10.45	<p><i>Tausenderkette-Tausenderstrahl</i></p> <p>Repetition L: „Wie viele Hunderterketten brauchte es für die Tausenderkette?“ „Wie viele Perlen?“</p> <p>Aufgabe: Strahl zeichnen mit 0 und 1000 eintragen (WT).</p> <p>(00.12.25) Aufgabe später: Hunderter eintragen. L: „Hunderterkette ganz klein vorstellen.“</p> <p>(00.13.15) Kleingruppe erhält andere Aufgaben (Zahlenstrahl bis 10'000). L erklärt Vorgehen, Tausender eintragen.</p>	Alle/Platz WT
00.14.55	<p><i>Tausenderstrahl: Zahlen finden</i></p> <p>L: „Welche Zahl wird die Mitte sein?“ SuS tragen 500 ein.</p> <p>(00.16.25) Aufgabe: Alleine die Hunderterzahlen einzeichnen.</p> <p>L geht umher, hilft SuS (fragt bei 10'000-Strahl SuS nach)</p> <p>(00.17.35) S: „Das stimmt nicht mehr, das ist ganz schräg.“ (Probleme mit dem Lineal) L: „Es muss nicht ganz genau sein.“</p> <p>(00.18.00) Problem: 127...130 einzeichnen? -> L: Nur die Hunderter 100..200..300</p> <p>(00.18.15) Problem: S hat schon andere Zahlen eingetragen, möchte gerne so weitermachen. L: Nur Hunderter einzeichnen</p>	Alle/Platz
00.19.50	<p><i>Tausenderstrahl: eigene Zahlen eintragen</i></p> <p>SuS sind bereits fertig, L weist sie an, andere Zahlen zu finden.</p>	Alle/Platz
00.20.30	<p><i>Reflexion Zahlenstrahl: Zahlen finden</i></p> <p>SuS, die bereits den Strahl fertig haben (andere arbeiten weiter), Aufgabe:</p> <p>Reflexion: L „Welche Zahl war einfach einzuzeichnen? Warum?“</p> <p>„Welche war schwierig? Wie hast du es gemacht“</p> <p>Input S: „Abstände müssen gleich sein.“</p>	
00.23.00	<p><i>Wichtige Zahlen durch Halbieren der (Teil-)Strecken finden</i></p> <p>Kleingruppe im Kreis. Andere SuS Aufgabe: AB 11a lösen.</p> <p>(00.24.20) Kleingruppe: -> 500 finden -> Rechnungen nennen ($500 + 500/500 \times 2 = 1000$/Problem Geteiltrechnung $1000:2$).</p> <p>(00.26.40) Problem: Mitte zwischen 0 und 500 -> 225?</p> <p>(00.28.20) L: „Wie bist du jetzt auf 750 gekommen?“ -> $250 + 500 = 750$</p> <p>-> 125, 625, 875.</p>	Allein/Platz und Kleingruppe/WT
00.30.40	<p><i>Wichtige Zahlen durch Halbieren der (Teil-)Strecken finden</i></p> <p>Tausch der beiden Gruppen: gleiche Sequenz</p> <p>(00.33.00) Problem: Zahl in der Mitte von 0 und 500</p> <p>(00.34.20) L: „Kannst du beweisen, warum 750 die Mitte von 500 und 1000 ist?“</p>	Allein/Platz Kleingruppe/WT
00.36.40	<p><i>Eigenschaften Tausenderstreifen/Tausenderstrahl</i></p> <p>Alle SuS</p> <p>Besprechung Eigenschaften Tausenderstreifen</p> <p>L: „Was fällt euch auf, was ist immer gleich?“ -> S vergleicht Zahlenstrahl mit Tausenderstreifen (gleiche Zahlen)</p> <p>Unterschiedlich lange Striche -> Problem: Zahlen werden mit Masseneinheiten verwechselt.</p> <p>(00.40.00) „Warum macht man verschieden lange Striche?“</p>	Alle/Platz
00.42.00	<i>Aufräumen</i>	
00.42.29	<i>Video Ende</i>	

Klassencode: 623		Datum: 03.12.2012	Zeit: 9.00-9.45
IF-Lehrperson: Frau Keller			
Baustein: A&S_A: Zahlen verändern			
Zeit	Aktivität (Thema, Fokus LP, Schüleraktivität...)	Sozialform, Ort	
02.25	<i>Vorstellungsübung mit Material 1S</i> SHP fordert S auf, die Zahl mit dem Würfelmaterial zu legen (324), SHP wiederholt Vorstellungsauftrag von L SHP: „Kannst du es so legen, dass ich es auf einen Blick sehe?“ SHP ordnet um: H links, S beginnt auch zu ordnen. 2. Übung: 536. SHP: „Hunderter sind da.“ (führt Hand von S nach links) (05.40) Problem: S nimmt 6Z. SHP wiederholt Zahl. SHP: „Weisst du die Zahl noch, kannst du sie sagen?“ (Wann wird der Fehler korrigiert???) (09.25) SHP: „Kannst du jetzt ablesen, wie viel du hast?“	Alle/am Platz SHP bei S am Platz	
09.50	<i>Addition mit Material</i> Wiederholung von Woche zuvor 3 Kinder legen 3 Rechnungen ($385+700/385+70/385+7$) mit Würfelmaterial und 2 mit Stellenwertkarten, (12.55) Problem: Strukturiertes Legen vs. Muster SHP: „Erinnerst du dich, dass wir gesagt haben, es ist wichtig, dass du eine richtige Ordnung machst, aber nicht ein Muster. H zu den H, Z zu den Z, E zu den E.“ (14.10) SHP: „Kommen Z dazu?“ -> nur H (17.25) Gegenseitig Kontrolle	5 SuS mit SHP am Boden	
18.05	<i>Besprechung 385+7</i> SHP: „Wo verändert sich etwas, wenn wir das addieren?“ „Was heisst hier?“ -> bei den Z und E. „Warum weisst du denn das schon?“ S: „7 + 5 gibt mehr als nur eine Einerzahl.“ -> zusammenschieben und bündeln (20.15) Stellenwertkarten austauschen. SHP: „Versteht ihr, was Marina macht? Was holt sie, vermutest du?“		
21.05	<i>Besprechung 385+70</i> SHP: „Wo verändert sich etwas?“ zusammenschieben -> „Was würdest du jetzt tun?“ „Was würdest du bündeln?“ „Hat sie geschickt gebündelt?“ (23.40) SHP: „Kannst du die Zahl lesen, wie viel jetzt da liegt?“ -> 445 -> S korrigiert: „455, weil man das (zeigt 50) gerade sieht.“		
24.45	<i>Besprechung 385+700</i> SHP: „Wo verändert sich etwas, wenn wir das addieren?“ (26.40) Problem: Zahl mit Stellenwertkarten legen: Zehner- und Einerkarten werden nicht an die richtige Stelle gelegt -> 1850? -> verschieben -> 1085. SuS sind unsicher. SHP: „Wir nehmen es auseinander und schauen“: legt die einzelnen Stellenwertkarten zum entsprechenden Material, danach aufeinander Problem: 1085 lesen -> Tausendfünfhundertachtzig?		
28.30	<i>ABI5A</i> Problem: Unsicherheit beim Ergebnis. SHP: „Wie kannst du das prüfen?“ -> legen (31.39) Arbeitsstrategie: SHP: „Was machst du, wenn du nicht weiterkommst, unsicher bist?“ (33.55) Arbeitsstrategie: SHP: „Das gefällt mir, dass du zuerst schon schaust, was liegt denn schon da, muss ich gar nicht alles verräumen.“ (37.35) Arbeitsorganisation: SHP räumt auf Schülerpult auf: „Ich helfe dir ein bisschen bei der Arbeitsorganisation.“ „Kannst du sagen, wo du Hilfe brauchst.“	5 SuS/am Platz	
40.00	<i>Aufräumen</i>		
40.23	<i>Ende des Videos</i>		

16.2 Lebenslauf

Mirjam Pfister, 12.5.1969

Ausbildungen – Studium

1989	Maturität Neusprachliches Gymnasium an der Kantonsschule Küsnacht
1994	Primarlehrerdiplom am Primarlehrerseminar PLS Zürich (heute: Pädagogische Hochschule Zürich PHZH)
2000	Diplom für Schulische Heilpädagogik am Heilpädagogischen Seminar HPS Zürich (heute: Interkantonale Hochschule für Heilpädagogik HfH)
2010	Lizentiat Universität Zürich Hauptfach: Sonderpädagogik bei Prof. Dr. G. Feuser 1. Nebenfach: Pädagogische Psychologie bei Prof. Dr. K. Reusser 2. Nebenfach: Ältere Nordische Philologie bei Prof. Dr. J. Glauser
2011–2015	Doktoratsprogramm Erziehungswissenschaft, Universität Zürich bei Prof. Dr. Elisabeth Moser Opitz

Berufliche Tätigkeit

1994–1997	Unterrichtstätigkeit Regelklasse, Mittelstufe
1998	Unterrichtstätigkeit IF, Mittelstufe
2000–2004	Unterrichtstätigkeit Kinderpsychiatrie, Unterstufe, Kantonale Kinderstation Brüschhalde
2005	Unterrichtstätigkeit Deutsch als Zweitsprache DaZ und IF, Mittelstufe
2006–2008	Unterrichtstätigkeit IF und Begabungsförderung, Unterstufe
2010–2011	Unterrichtstätigkeit Sonderklasse, Grundschule, Zentrum für Schulische und Psychosoziale Rehabilitation DRK-Kliniken Berlin-Westend, Prof. Michael von Aster
2011–2014	Wissenschaftliche Projektmitarbeiterin, Institut für Erziehungswissenschaft UZH, Lehrstuhl Sonderpädagogik SBI – Bildung und Integration, Prof. Eli- sabeth Moser Opitz (SNF, Projekt 134652)
Ab 2011	Aus- und Weiterbildungstätigkeit an (heil-)pädagogischen Hochschulen (PHZH, HfH, PHVS)
Ab 2015	Unterrichtstätigkeit in der Primarschule